PROJET SUR LES INDICATEURS AGROENVIRONNEMENTAUX



Agriculture et Agroalimentaire Canada

RAPPORT NO 25

Indicateur des risques de dégradation des sols - Composante érosion : Risques d'érosion des sols au Canada

Publié apr : I.J. Shelton et G.J. Wall

Préparé par : Le Groupe de travail sur la dégradation des sols, Agriculture et Agroalimentaire Canada

L. van Vliet, J. Tajek, G. Padbury, B. Eilers, I. Shelton, G. Wall, B. Grant, D. Grant, J.M. Cossette, H. Rees

FÉVRIER 1998

PRÉFACE

Le projet mené par Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) sur les indicateurs agroenvironnementaux a été mis sur pied en 1993 en réponse aux recommandations de plusieurs organismes et études spéciales. L'objectif global du projet est de recueillir et de fournir des données utiles à l'intégration de considérations environnementales dans les décisions prises par le secteur agroalimentaire.

Le projet vise à élaborer un noyau d'indicateurs nationaux qui tiennent compte des réalités régionales afin de mettre à profit et d'enrichir la base de données actuellement disponible sur les tendances et conditions environnementales qui ont un lien avec l'agriculture primaire au Canada. La composante érosion des sols de l'indicateur du risque de dégradation des sols est une partie importante du noyau d'indicateurs. Des indicateurs sont aussi élaborés pour d'autres aspects de la santé des sols agricoles et en rapport avec les questions suivantes : qualité des eaux en milieu agricole, biodiversité des agroécosystèmes, gaz à effet de serre d'origine agricole, gestion des ressources agricoles, et efficacité de la production agricole. Les résultats des recherches sont publiés sous la forme de rapports d'étape, de documents de travail et d'articles scientifiques au fur et à mesure qu'ils deviennent disponibles. Ainsi, un rapport complet sur le projet des indicateurs agroenvironnementaux sera publié en 1999.

Le présent rapport fournit un aperçu régional de risque d'érosion des sols pour tout le Canada et complète la documentation sur l'érosion des sols publiée par Agriculture et Agroalimentaire Canada en 1995 (Wall et coll., 1995). Les méthodes utilisées pour élaborer les indicateurs de risques d'érosion s'y trouvent également décrites.

Prière d'adresser questions et commentaires sur le présent document à :

Greg Wall
Unité de ressource sur les terres de l'Ontario
Centre de recherches sur les cultures abritées et industrielles
Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Guelph (Ontario) N1H 3N6

Téléphone : (519) 826-2086
Télécopieur : (519) 826-2090
C. élec : wallg@em.agr.ca

TABLE DES MATIÈRES

Figures

Tableaux

RISQUE D'ÉROSION DES SOLS AU CANADA

1.0 INTRODUCTION

L'érosion des sols est ni plus ni moins que l'usure de la surface du sol, occasionnée par l'eau, le vent ou la glace. L'érosion est un processus naturel puissant qui peut se produire sur les terres agricoles, en zones urbaines et en forêt. L'intervention humaine peut accélérer l'érosion au point d'engendrer des problèmes environnementaux et économiques, mais elle peut aussi la freiner et faire en sorte que puissent être maintenus certains usages spécifiques des terres.

Le rapport de 1984 intitulé *Nos sols dégradés* fait état du problème croissant que pose l'érosion des sols au Canada. Ce rapport a sensibilisé l'opinion publique à la menace réelle que représente l'érosion des sols pour l'écosystème mondial ainsi qu'au coût réel de l'érosion pour la production agricole. À partir de ce document, on a évalué à environ 400 millions de dollars annuellement la perte de terre arable attribuable uniquement à l'érosion hydrique. Sur la plupart des terres agricoles, l'érosion est causée par le vent et par l'eau. Le travail du sol peut aussi constituer un facteur d'érosion, mais dans certains paysages seulement. L'ampleur de l'érosion causée par chacun de ces facteurs ou une combinaison de ceux-ci est très variable; l'érosion peut passer pratiquement inaperçue ou prendre des allures de catastrophe.

Pour atténuer ce problème, plusieurs programmes régionaux et nationaux ont vu le jour. On a élaboré et mis en oeuvre de nombreuses pratiques de conservation des sols. On a actuellement besoin de recherches qui adaptent à des paysages spécifiques les méthodes les plus adéquates et les plus économiques de lutte contre l'érosion. Les pédologues du monde entier étudient encore avec une vive attention le processus complexe d'érosion des sols — la plupart par la modélisation empirique des processus. Ces modèles sont encore incapables de reproduire fidèlement l'érosion sous toutes les conditions. Indépendamment de l'état de la recherche sur l'érosion des sols, il demeure nécessaire d'évaluer les progrès réalisés jusqu'ici en termes de réduction des risques d'érosion au Canada et de déterminer les domaines où des améliorations sont essentielles à la viabilité de la production agricole.

On peut maîtriser l'érosion, mais on ne peut pas l'éliminer. C'est un processus naturel appelé à se produire dans la nature, indépendamment de l'intervention anthropique. Certains sols sont par ailleurs intrinsèquement plus vulnérables à l'érosion que d'autres. Le présent rapport applique les principes de **risque inhérent** et de **risque réel**. Pour évaluer le **risque inhérent**, on suppose que la terre est à nu (c.-à-d. dépourvue de végétation ou de couverture) et ne fait l'objet d'aucune pratique de conservation des sols. Ces hypothèses permettent d'examiner les caractéristiques intrinsèques du paysage et du climat ainsi que leur influence directe, à la fois combinée et respective, sur le potentiel d'érosion. Le « risque inhérent d'érosion » sert à déterminer la probabilité que se produise l'érosion, à déterminer quand et où des mesures de conservation des sols sont nécessaires pour maîtriser l'érosion, et à cibler les programmes de conservation des sols. Ce qui distingue les risques **réels** d'érosion des risques inhérents d'érosion, c'est que les premiers tiennent compte des pratiques d'utilisation des sols et de leur

influence sur le potentiel d'érosion. Dans ce rapport, l'expression « risque réel d'érosion » renvoie aux tendances érosives des sols soumis aux pratiques actuelles de gestion des terres.

1.1 Objectifs

Cette étude fait état des indicateurs de risque d'érosion des sols qui tiennent compte des progrès récents réalisés au pays au chapitre de la maîtrise de l'érosion éolienne et hydrique. Voici les objectifs de l'étude qui sont abordés dans les sections qui suivent :

- évaluer l'ampleur des risques d'érosion aux échelles nationale, provinciale et des pédopaysages partout au Canada; et
- constater les changements survenus au chapitre des risques d'érosion sur une période de 10 ans (1981-1991).

2.0 CONTEXTE

2.1 Facteurs influant sur l'érosion des sols

2.1.1 Érosion hydrique

Plusieurs facteurs liés au sol, au paysage et au climat peuvent influer sur l'érosion hydrique. Les précipitations et le ruissellement sont les moteurs de ce processus. L'énergie provenant d'une simple goutte de pluie provoque l'**érosion par éclaboussement**. Il a été établi que le simple choc des gouttes de pluie sur un sol en pente est responsable du déplacement de particules de sol à des mètres en aval. Le ruissellement, sous la forme soit d'une mince nappe d'eau qui s'écoule en surface, soit d'une rigole concentrée, transporte les particules de sol des champs vers les cours d'eau. La texture du sol influe aussi sur le taux d'érosion. Les sols à texture moyenne riches en limon et en sable fin sont souvent les plus vulnérables à l'érosion; parmi les moins vulnérables à l'érosion, se trouvent les sols loameux et argileux qui forment des agrégats. La teneur du sol en matière organique est un autre facteur influant sur l'érosion, car la matière organique aide à lier les particules de sol en des agrégats plus gros mieux à même de résister à l'érosion. De toute évidence, la topographie est un facteur déterminant, étant donné que la raideur et la longueur d'une pente influent sur la vitesse à laquelle l'eau et le sol sont emportés. Le principe est le suivant : plus la pente est longue et abrupte, plus le risque d'érosion est grand. Certaines mesures de conservation des sols comme l'**établissement de courbes de niveau** et l'**aménagement de terrasses** contribuent à réduire l'effet de la raideur et de la longueur de la pente. La manipulation des facteurs liés à la pente se fait surtout pour les cultures à valeur élevée où des banquettes de déviation ou de petites digues en terre peuvent servir à réduire la longueur des pentes des terrasses.

Les recherches et expériences sur le terrain confirment qu'une couverture végétale et les résidus qui y sont associés sont les facteurs les plus importants dans la lutte contre l'érosion, car ils protègent le sol de l'impact des gouttes de pluie et contribuent à réduire le ruissellement. Les

agriculteurs peuvent réduire les pertes attribuables à l'érosion en maximisant la couverture végétale pendant toute l'année. La direction et le type de travail du sol sont d'autres facteurs de gestion qui influent sur l'érosion et sur lesquels l'agriculteur peut agir. Le fait de travailler le sol dans le sens de la pente accélère l'érosion, particulièrement dans les cultures sarclées. À l'opposé, le **travail du sol à contre-pente** est un moyen peu coûteux de maîtriser le ruissellement et les pertes de sol. Les caractéristiques du paysage qui influent sur l'infiltration de l'eau dans le sol et le drainage jouent également un rôle dans l'érosion des sols.

2.1.2 Érosion éolienne

Le sol est plus facilement emporté par le vent s'il est sec, meuble et dépourvu de la protection que pourrait lui offrir la présence de végétation en croissance ou d'une couche suffisante de résidus de culture. Les prairies naturelles sont rarement la proie de l'érosion éolienne, à moins d'être soumises au surpâturage. On dit que l'érosion éolienne est la réponse de la nature à une mauvaise utilisation des terres par l'homme. Cette mauvaise utilisation prend le plus souvent la forme d'un travail du sol excessif ou inadéquat qui brise les mottes à la surface du sol et dégarnit ou enfouit la couche de résidus. Au fil des ans, si l'on n'y prend garde, la matière organique contenue dans la couche arable s'épuise. Ce genre de gestion déficiente du sol accroît les risques d'érosion éolienne. Les grands champs que le vent balaie sur de longues distances sans être arrêté par aucun obstacle, la production de cultures qui laissent peu ou pas de résidus et les terres qu'on laisse souvent en jachère, voilà autant de pratiques qui ouvrent la voie à l'érosion éolienne.

Dans une région en particulier, le risque d'érosion éolienne varie selon les conditions météorologiques (configuration des précipitations et des vents), les conditions de sol ainsi que le type et la taille des exploitations. Le vent lui-même est un facteur critique. Une vélocité d'à peine 25 km/h suffit à provoquer le transport des particules de sol lorsque celles-ci sont fines et dépourvues de protection. Des vents forts en période de sécheresse contribuent à un assèchement rapide de la surface du sol, d'où une augmentation des risques d'érosion.

Selon leur texture (taille des particules de sol) et leur structure (agencement de ces particules dans des agrégats ou mottes), les sols n'ont pas tous la même vulnérabilité à l'érosion due au vent. Ainsi, à défaut de végétation pour les protéger, les sols sableux sont plus facilement transportés par le vent. Dans les prairies du sud, les sols argileux sont eux aussi fréquemment soumis à l'érosion éolienne, particulièrement au début du printemps lorsque la surface du sol est meuble et friable. Les tourbières drainées artificiellement peuvent être sérieusement endommagées par le vent si leur surface devient sèche et pulvérisée.

2.1.3 Érosion occasionnée par le travail du sol

Sur certains reliefs, les travaux des champs peuvent déplacer le sol vers le bas de la pente. Les déplacements de sol sont influencés par la vitesse d'avancement de la machinerie, le type d'instruments aratoires utilisés, le gradient et la forme de la pente, la direction du travail du sol et

la profondeur de travail du sol. On a mesuré des pertes importantes attribuables à l'érosion due au travail du sol sur des pentes de forme convexe. Les facteurs liés au sol, comme la teneur en eau et la texture, exercent aussi une influence. Comme l'érosion due au travail du sol est reconnue depuis relativement peu de temps comme facteur responsable des déplacements de sol, peu de données sont disponibles sur les endroits où se produisent les dommages imputables à ce type d'érosion au Canada ou sur la gravité de ces dommages. Par conséquent, le reste du présent chapitre portera surtout sur l'érosion hydrique et éolienne.

2.2 Mise en évidence du phénomène d'érosion

L'érosion peut être un phénomène évident — surtout quand elle prend la forme d'un **ravin** ou d'une tempête de poussière. Les formes plus subtiles, comme les petites **rigoles** ou les canaux creusés par l'eau, peuvent entraîner d'importantes pertes de sols. Cependant, la machinerie fait facilement disparaître ces formes d'érosion et les rend moins apparentes, malgré qu'elles se reforment de façon répétée aux mêmes endroits. L'**érosion en nappe** (une autre forme d'érosion hydrique) se remarque à peine, du fait qu'elle se caractérise par l'enlèvement graduel d'une couche de sol mince et uniforme, ou « nappe », sur une surface donnée. Les petits « socles » de sol qui se forment sous les pierres ou les morceaux de résidus de culture sont révélateurs d'une érosion en nappe passée. Les résidus protègent le sol sous-jacent de l'érosion en nappe et empêchent celui-ci de se déplacer. Les effets de l'érosion deviennent apparents à partir du moment où la perte de sol arable et des précieux éléments nutritifs qu'il renferme se traduit par de piètres récoltes et des baisses de rendement. Si l'érosion a emporté un couche suffisante de sol arable, elle laisse apparaître des plaques de sol plus claires, révélatrices de l'exposition du sous-sol, beaucoup moins riche en matière organique ou en éléments nutritifs. C'est souvent sur les crêtes que l'érosion est le plus prononcée, car celles-ci sont exposées aux forces érosives combinées du vent, de l'eau et du travail du sol.

2.3 Lutte contre l'érosion

Même si les pratiques agricoles accélèrent le processus d'érosion, il est possible d'atténuer l'érosion en prêtant attention aux techniques de culture, de travail du sol et de gestion de l'eau. Le fait de laisser une couche de résidus plus épaisse à la surface du sol peut être l'un des meilleurs moyens de réduire les pertes de sol. Les méthodes classiques de travail du sol, dans la plupart des régions du pays, consistent à labourer le sol pour enfouir les résidus et préparer un lit de semence fin et « propre » en vue de la culture suivante. De nos jours, de plus en plus d'agriculteurs adoptent des pratiques aratoires de conservation des sols. Ces pratiques consistent à laisser à la surface du sol le gros des résidus de culture, afin d'assurer au sol une bonne protection contre l'érosion. De nombreux producteurs partout au pays se rendent compte des bienfaits que procure le semis direct sur le plan de la lutte contre l'érosion. Cette pratique consiste à semer une culture directement dans les résidus de la culture précédente.

La modification des méthodes de travail du sol n'est qu'un volet seulement d'un système de conservation des sols. On peut aussi réduire l'érosion en modifiant les systèmes de culture. Le

fait d'inclure des cultures fourragères dans les rotations réduit les pertes de sol dues à l'érosion et améliore la structure du sol et sa teneur en matière organique. Le fait de semer des cultures sarclées à contre-pente ou de pratiquer la culture suivant les courbes de niveau permet d'ériger efficacement une foule de mini-digues qui ralentissent l'écoulement de l'eau sur les surfaces en pente et favorisent une meilleure infiltration de l'eau dans le sol. Par ces méthodes, on réduit la quantité de sol qui peut être emportée. Le fait d'alterner des cultures sarclées sur des bandes étroites perpendiculaires à la pente (**culture en bande alternante**) réduit les risques d'érosion hydrique. L'écoulement de l'eau vers le bas de la pente se trouve ralenti par les obstacles que constituent les bandes d'une culture comme le foin ou des céréales. Le fait de semer une culture comme le trèfle rouge dans les entre-rangs d'une culture sarclée ou d'utiliser des cultures de couverture atténue l'érosion pendant la saison de croissance et offre une couverture et par le fait même une protection hivernale contre l'érosion.

Dans les cas graves d'érosion hydrique, il arrive que les méthodes de conservation des sols et les systèmes de culture ne suffisent pas à maîtriser l'érosion et le ruissellement. Des aménagements plus coûteux et à plus forte intensité de main-d'oeuvre peuvent s'avérer nécessaires. L'aménagement de **terrasses** (ou talus) réduit efficacement la raideur et la longueur d'une pente et, du coup, la vitesse de l'eau et les risques de déplacement de sol. Les petites terrasses de déviation ou levées de terre permanentes suivant les courbes de niveau sont une autre méthode utilisée pour « réduire la longueur de pente ». Les voies d'eau gazonnées freinent efficacement le transport des particules de sol des champs vers les cours d'eau ou zones adjacentes. Les endroits du champ où les eaux se concentrent sont aplanies et ensemencées de graminées qui, à leur tour, font obstacle au passage des sédiments. La bande-tampon ainsi créée est un aménagement permanent qui oblige l'agriculteur à ne cultiver que la terre autour du cours d'eau.

L'augmentation de l'épaisseur des résidus laissés en surface assure une protection accrue de la couche arable et fait obstacle à l'érosion éolienne. Les surfaces de sol grossières, résultat de différentes techniques de travail du sol, peuvent également ralentir la course du vent, tout comme les cultures semées perpendiculairement aux vents dominants. Les brise-vent, constitués d'arbres ou d'arbustes plantés à intervalles définis en bordure des champs, réduisent aussi la vitesse du vent.

2.4 Relation avec la qualité du sol

On peut définir la qualité d'un sol comme étant « sa capacité à supporter la croissance des cultures sans subir de dégradation ou nuire autrement à l'environnement » (*La santé de nos sols*, 1995). La qualité d'un sol se définit comme l'aptitude du sol, caractérisé par une combinaison de propriétés chimiques, physiques et biologiques, à accomplir les trois grandes fonctions suivantes :

i) fournir un milieu de croissance aux végétaux;
ii) régulariser et répartir l'écoulement de l'eau dans l'environnement; et
iii) servir de tampon environnemental efficace.

La séparation des gaz pourrait constituer une quatrième grande fonction.

L'érosion du sol est liée de plusieurs façons à la qualité du sol. Premièrement, les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol (notamment le pH, la capacité d'échange cationique et la teneur en matière organique; la densité apparente, la structure et la perméabilité du sol; et les organismes terricoles, respectivement) sont des indicateurs importants de la qualité du sol. L'érosion du sol peut influer sur ces facteurs par l'enlèvement et le dépôt de la couche arable et la modification de la nature du sol en surface. Cette modification nuit à son tour souvent à la qualité du sol. L'érosion enlève de façon sélective de la surface les particules de limon, de sable très fin et de matière organique qui sont les plus faciles à déloger et à transporter. Le reste du sol est souvent plus grossier et moins riche en éléments nutritifs. L'érosion entraîne une *diminution* des niveaux de fertilité et de la capacité d'infiltration sur les sites érodés, et une *augmentation* des problèmes d'encroûtement, de ruissellement et de pH, au fur et à mesure que les couches plus alcalines de sous-surface sont exposées. Les changements au niveau du sol influent sur les rapports entre l'infiltration de l'eau et le ruissellement dans le paysage. La progression de l'érosion favorise la formation de rigoles et de ravins qu'empruntent les matériaux érodés pour se déplacer et s'accumuler ailleurs — à la base d'une pente, dans des champs adjacents, ou dans des cours d'eau avoisinants. Les processus d'érosion du sol peuvent nuire aux rendements des cultures sur le site même. Inversement, on peut remarquer une amélioration de la fertilité du sol et de la teneur en matière organique aux endroits où s'accumulent les sédiments. Ces derniers peuvent causer des problèmes coûteux d'ordre matériel, notamment l'obstruction des fossés de drainage. Dans les milieux situés en aval, la présence de sédiments ou le rôle des sédiments comme piège de contaminants nuit à la qualité de l'eau.

Deuxièmement, l'ampleur du processus d'érosion lui-même a des répercussions sur les trois grandes fonctions énumérées plus haut. Les répercussions négatives de l'érosion sur les propriétés chimiques, physiques et biologiques d'un sol réduisent la capacité de celui-ci à soutenir le même niveau de production. Souvent, le processus d'érosion s'accélère au fur et à mesure que la qualité du sol se détériore. Par exemple, une diminution des niveaux de fertilité sur un site érodé peut entraîner des rendements inférieurs et une couverture végétale moins dense du sol, qui à son tour procure un moins bon recouvrement et une moins bonne protection contre l'érosion.

3.0 MÉTHODES

3.1 Érosion hydrique

3.1.1 Risque inhérent d'érosion

On trouve dans ***Pédopaysages du Canada*** des cartes de tout le Canada à l'échelle de 1/1 000 000 qu'on peut se procurer auprès de la Direction générale de la recherche et auprès d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Ottawa. Ces cartes servent de base aux calculs des risques d'érosion par l'eau. Elles présentent des polygones de pédopaysages afin d'illustrer les

caractéristiques inhérentes à un ou à plusieurs sols en relation avec le paysage. Les descripteurs du sol et du paysage figurent dans la légende étendue pour les pédopaysages dominants et sous-dominants de chacun des polygones.

On a retenu l'équation universelle des pertes de sol (USLE) pour évaluer les risques d'érosion hydrique. Il s'agit d'un modèle empirique qui combine les facteurs influant sur l'érosion hydrique et qui prédit les pertes de sol (Wischmeier et Smith, 1978). L'équation est la suivante :

A = R * K* LS * C * P

où :
- **A**= vitesse de perte de sol (t/ha/an)
- **R** = facteur d'érosivité attribuable aux précipitations et au ruissellement (MJ mm/ha h an)
- **K** = facteur d'érodibilité du sol (t ha h/h MJ mm)
- **LS** = facteur lié à la longueur et à la raideur de la pente (pas d'unité)
- **C**= facteur de gestion des cultures (pas d'unité)
- **P** = facteur de gestion de conservation des sols (pas d'unité)

Il existe des modèles plus récents fondés sur le processus, mais ils s'assortissent d'exigences telles au chapitre de la saisie des données qu'ils sont inutilisables à l'échelle de paysages.

À partir des bases de données pédologiques et climatiques canadiennes, on a déterminé les facteurs R, K et LS pour la plupart des polygones de pédopaysages du Canada.

Voici comment ont été calculés les facteurs R pour le Canada :

- Colombie-Britannique - on a calculé les facteurs R par la méthode de McCool et coll. (1982);
- Pour les régions à l'est des Rocheuses :
  - le terme Rt représente l'érosivité totale due aux précipitations (R),
  - le terme Rs représente la fonte des neiges et le ruissellement.

On a utilisé la méthode de Wischmeier et Smith (1978) pour déterminer le facteur R et la méthode de Madramootoo (1988) pour calculer le facteur R. On a obtenu les valeurs Rt appropriées par interpolation des cartes d'isolignes de Madramootoo pour chacun des polygones de pédopaysages.

On a établi les valeurs du facteur K pour les sols dominants et sous-dominants de chaque polygone par la méthodologie proposée par Wischmeier et Smith (1978).

Le facteur topographique (LS) a été établi à la fois pour les pédopaysages dominants et pour les pédopaysages sous-dominants de chaque polygone. Le facteur LS est une combinaison de la longueur de la pente, basée sur la forme de la surface, et de la raideur, laquelle est représentée par la valeur médiane de la classe de pente.

Pour les risques inhérents d'érosion, on utilise l'USLE avec uniquement les facteurs R, K et LS, en attribuant la valeur 1 aux facteurs C et P. Les facteurs R, K et LS sont des facteurs qui permettent de prévoir, dans des limites raisonnables, le **risque inhérent d'érosion,** étant donné qu'ils supposent que le sol est à nu et non protégé et qu'aucun aménagement n'est en place pour lutter contre l'érosion. On dit alors qu'il s'agit d'une évaluation du risque inhérent du fait qu'elle reflète le risque fondé uniquement sur les caractéristiques physiographiques et climatiques du paysage et non sur la gestion des terres. On trouvera plus de détails sur les calculs des facteurs R, K et LS dans les rapports et les cartes interprétatives *Risque d'érosion hydrique* publiées pour la plupart des provinces.

3.1.2 Risque réel d'érosion

On a comparé les données canadiennes des recensements de l'agriculture de 1981 et de 1991 afin de dégager des valeurs pour le facteur de gestion des cultures (C) relatives à chaque polygone de pédopaysage du pays. On a exclu les Territoires du Nord-Ouest et Terre-Neuve en raison des ressources restreintes en terres agricoles qu'on y trouve.

Calculs à l'échelle des polygones de pédopaysages

On a établi des facteurs C généralisés pour les jachères d'été et les cultures qu'on trouve dans chaque province et dans chacune des régions agricoles uniques au sein des provinces, à partir des données disponibles et de l'opinion d'experts. La superficie des *terres cultivées* est la somme des terres laissées en jachère pendant l'été et des terres consacrées à des cultures annuelles et pérennes. Les terres constituées de *pâturages bonifiés*, de *pâturages non bonifiés* et d'*autres terres bonifiées* n'ont pas été incluses dans la superficie des terres cultivées. On a déterminé des régions uniques sur la base de pratiques culturales et/ou de conditions climatiques uniques. On n'a utilisé aucun facteur C lié à la rotation des cultures étant donné que les données de recensement ne précisaient pas les pratiques culturales antérieures. On a ensuite pondéré ces facteurs C en fonction de l'importance relative de chaque culture au sein du polygone. Puis, on a additionné les valeurs afin de déterminer un facteur C global pour le polygone. Le recensement de 1991 différait de celui de 1981 en ce qu'il incluait des détails sur les superficies soumises aux méthodes classiques de travail du sol, aux méthodes de conservation des sols et au semis direct et les reliait à chaque polygone. Étant donné que le travail du sol influe sur la valeur du facteur C, ces données ont permis d'obtenir des facteurs C plus précis pour chaque polygone, qui reflètent les pratiques de gestion. Et, étant donné qu'il n'y avait pas d'information sur la gestion, par culture ou par type, dans le recensement de 1991, on a émis l'hypothèse générale que les superficies travaillées étaient réparties uniformément entre toutes les cultures du polygone. En conséquence, le facteur C de 1991 pour chacune des cultures a été pondéré pour refléter la distribution des pratiques de gestion déclarées pour l'ensemble du polygone. On a supposé qu'en 1981 toutes les pratiques de travail du sol étaient classiques de telle sorte qu'on a attribué une seule valeur au facteur C pour chacune des cultures déclarées dans chaque région. L'annexe 1 donne un exemple de calcul du facteur C pour un polygone.

Calcul ou évaluation des tendances érosives

Une fois qu'on a obtenu des facteurs C pondérés pour chaque polygone à partir des données de recensement de 1981 et de 1991, on a établi des comparaisons afin de déterminer les tendances érosives (c.-à-d. le pourcentage d'amélioration ou de dégradation) relatives à chaque région (le cas échéant), puis à l'ensemble de la province. On a pondéré la valeur du facteur C applicable à chaque polygone en fonction de la superficie de chaque région et de la province. On a supposé que les autres facteurs de l'USLE (R, K, LS et P) sont demeurés inchangés entre 1981 et 1991, de telle sorte que les pourcentages de changement observés pour les facteurs C peuvent être directement interprétés comme des pourcentages de variation en ce qui a trait aux taux d'érosion des sols.

À l'aide des facteurs R, K et LS applicables aux sols dominants et sous-dominants indiqués par les cartes provinciales des risques d'érosion, on a calculé les taux de perte de sol en utilisant les valeurs du facteur C pour 1981 et 1991. On a supposé que 60 % des taux de pertes de sol s'appliquent au sol dominant et 40 % au sol sous-dominant.

On a regroupé les taux de perte de sol déterminées à l'aide de l'USLE en 5 classes de risque d'érosion, allant de très faible à grave. Voici la définition de chaque classe :

Durable	**Tolérable**	- moins de 6 tonnes/ha/an
Non durable	**Faible**	- de 6,0 à 10,9 tonnes/ha/an
	Moyen	- de 11,0 à 21,9 tonnes/ha/an
	Élevé	- de 22,0 à 32,9 tonnes/ha/an
	Grave	- plus de 32,9 tonnes/ha/an

On considère généralement que la classe la plus basse correspond à un risque tolérable d'érosion du sol eu égard à une production agricole durable. Les classes allant de faible à grave représentent les conditions où la mise en oeuvre de pratiques de conservation des sols et des eaux s'impose pour une production agricole durable. Il pourrait être trompeur de déclarer des taux réels d'érosion, étant donné que l'USLE, en tant que modèle empirique, ne mesure pas l'érosion, mais exprime le potentiel de perte, et également parce qu'il s'agit d'un modèle à l'échelle du champ reporté sur des superficies beaucoup plus grandes (polygones de pédopaysages). Ainsi les valeurs calculées des risques d'érosion du sol ne doivent pas être utilisées quantitativement; elles doivent plutôt servir à comparer qualitativement les polygones par classe de risque d'érosion.

On a aussi déterminé les variations du risque d'érosion par la comparaison des superficies cultivées au sein de chaque classe de risque pour 1981 et 1991. Cette analyse a révélé les endroits où le risque d'érosion s'est atténué grâce à de meilleurs systèmes de culture et à de meilleures méthodes de travail du sol.

3.2 Érosion éolienne

L'érosion éolienne se produit dans la plupart des parties du Canada, mais surtout dans les Prairies où le climat sec et les vastes étendues de terres planes rendent le sol plus vulnérable à ce type d'érosion. Inversement, les mêmes conditions qui favorisent l'érosion éolienne (faibles précipitations, vastes zones ouvertes et pentes douces) limitent les dommages causés par l'érosion hydrique. L'érosion hydrique est donc un problème beaucoup moins épineux dans les Prairies. Ailleurs cependant, l'eau a tendance à être l'agent d'érosion prédominant, l'érosion éolienne ne se produisant que dans des régions isolées, de superficie relativement restreinte. Pour ces raisons, les évaluations portant sur l'érosion éolienne n'ont porté que sur les Prairies.

On a fondé l'analyse de l'érosion sur les cartes de *Pédopaysages du Canada* à l'échelle de 1/1 000 000 pour chacune des provinces des Prairies. On a pris en compte les descripteurs des pédopaysages pertinents pour chacun des polygones de pédopaysages. On a établi des liens entre les paramètres liés au climat et à l'utilisation des terres et les polygones de pédopaysages afin d'obtenir une base de données numériques intégrée sur les ressources en terres, destinée à faciliter l'analyse.

La méthode conceptuelle d'évaluation des risques d'érosion éolienne reposait d'abord sur le calcul du risque inhérent sur des sols nus non protégés, puis sur le calcul du risque modifié par un facteur de réduction de l'érosion, qui tient compte de l'efficacité de la couverture ou des pratiques de gestion à abaisser le risque inhérent.

3.2.1 Risque inhérent d'érosion

On a calculé les taux d'érosion éolienne sur les sols nus non protégés à l'aide d'une équation élaborée à partir des travaux de Chepil (1945, 1956) et de Chepil et Woodruff (1963). L'équation est la suivante :

$$E = KC(V2 - 6\ W2)1,5$$

où
- E = déplacement de sol instantané maximal
- K = facteur d'agrégation et de rugosité superficielles
- C = facteur représentant la résistance du sol aux déplacements dus au vent
- V = force de traînée du vent à la surface du sol
- 6 = résistance au cisaillement en fonction de l'humidité du sol
- W = teneur en eau du sol à la surface (volumétrique)

On a traité le résultat comme un indice adimensionnel. Pour l'Alberta et le Manitoba, les données ont été tirées des cartes de risque d'érosion éolienne (Coote, Eilers et Langman, 1989), (Coote et Pettapiece, 1987). Pour la Saskatchewan, on a calculé les taux d'érosion des sols à nu à l'aide d'une méthode semblable à celle qui a été utilisée pour les provinces voisines.

Tableau 1. Risque* inhérent d'érosion éolienne dans les Prairies

Classe de risque d'érosion éolienne	Superficie cultivée (%)			
	Alberta	Saskatchewan	Manitoba	Prairies
Tolérable	7	4	8	6
Non durable				
Faible	39	23	37	31
Moyen	24	34	19	29
Élevé	27	33	30	30
Grave	4	7	5	6

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe.

3.2.2 Risque réel d'érosion

On a évalué le risque réel d'érosion en réduisant le taux d'érosion des sols à nu d'un facteur qui varie en fonction de l'utilisation des terres et des pratiques de gestion dominantes, notamment le type de culture et la méthode de travail du sol, pour chacun des polygones de pédopaysages. On a défini la tendance quant au risque d'érosion pour chaque polygone de pédopaysages en comparant les risques d'érosion en 1991 à ce qu'ils étaient en 1981.

Données de recensement

L'information sur l'utilisation et la gestion des terres, comme le type de culture et la superficie laissée en jachère, provient du *Recensement de l'agriculture* de 1981 et de celui de 1991. Elle a été mise en corrélation avec les polygones de pédopaysages (tableau 1). Les données de recensement ont été recueillies au moyen d'un questionnaire distribué à des agriculteurs, à des vulgarisateurs et à des spécialistes de la conservation des sols afin d'obtenir une évaluation plus fiable du recours aux pratiques de conservation des sols, à la fois pour 1981 et pour 1991 (tableau 2).

Lien entre les données de recensement et les polygones de pédopaysages

Pour 1981, les données de recensement ont été mises en corrélation avec les polygones de pédopaysages au moyen de secteurs de dénombrement (SD), tandis que pour 1991 le lien entre les deux s'est fait à partir de l'emplacement principal des fermes. Comme les méthodes diffèrent, on a considéré comme constante pour les deux périodes (1981 et 1991) la superficie cultivée à l'intérieur de chaque polygone de pédopaysages. Ainsi, pour l'analyse des tendances, la variation

du risque d'érosion était basée uniquement sur le changement au chapitre des systèmes de culture et des méthodes de travail du sol.

Tableau 2. Variation (%) en ce qui a trait aux systèmes de culture dans les Prairies, 1981-1991

Écorégion (zone de sols)	Jachère 1981-1991	Céréales 1981-1991	Oléagineux 1981-1991	Fourrages 1981-1991
Prairie mixte (brun)	- 3,3	+ 0,5	n.d.	+ 1,4
Prairie mixte humide	- 6,7	+ 1,2	+ 2,1	+ 3,1
Tremblaie-parc (noir)	- 10,2	+ 2,1	+ 5,4	+ 3,1
Transition boréale (gris)	- 9,3	- 9,9	+ 6,4	+ 12,6

Tableau 3. Méthodes de travail du sol dans les Prairies, 1991

Écorégion (zone de sols)	Jachère (% de la superficie totale)			Superficie cultivée (% de la superficie totale)		
	Class.	Conserv.	Semis direct	Class.	Conserv.	Semis direct
Prairie mixte (brun)	82	15	3	80	18	2
Prairie mixte humide (brun foncé)	82	15	3	77	20	3
Tremblaie-parc (noir)	87	10	3	74	23	3
Transition boréale (gris)	94	5	1	77	21	2
Basses terres de la rivière de la Paix	86	13	1	86	13	1

* Aux fins de l'analyse des tendances, on a supposé qu'il ne se pratiquait pas de méthode de conservation des sols ou de méthode de semis direct en 1981.

Source : questionnaire sur l'agriculture.

Facteur de réduction de l'érosion éolienne lié aux résidus (RED)

Le facteur de réduction de l'érosion éolienne lié aux résidus est fondé sur la quantité de résidus et sur leur efficacité à maîtriser l'érosion. On a mesuré les résidus initiaux, ou résidus à la récolte, à l'aide d'une moyenne de rendement des cultures sur 10 ans, rajustée en fonction de la zone de sol et de la texture de sol, et multipliée par un facteur de conversion applicable aux cultures (ratio poids unitaire* paille:grain) (annexe 1). Afin de calculer l'importance des résidus pour la période d'avril-mai suivante, laquelle coïncide avec le risque d'érosion éolienne le plus élevé, on a réduit la quantité de résidus initiaux en tenant compte du système de culture ainsi que du type et de la fréquence de travail du sol. Aux fins de l'analyse des tendances, on a supposé que le recours à la méthode de travail réduit du sol était négligeable en 1981.

Afin d'évaluer la quantité de résidus (RES) qui restent en avril-mai de l'année suivante pour chaque groupe de culture, voici les points étudiés relativement à chaque région eu égard à la rotation et à la gestion des cultures :

Rotation :	% de superficie laissée en jachère l'année suivante
	% de superficie ensemencée l'année suivante
	% de jachère devant être ensemencée l'année suivante
Travail du sol :	% selon une méthode classique
	% selon une méthode de conservation des sols
	% selon la méthode du semis direct (sans travail du sol)

Pour la superficie devant être laissée en jachère l'année suivante, on a supposé que la quantité de résidus présente durant la période d'avril-mai équivalait à la quantité initiale de résidus diminuée d'un facteur de décomposition hivernale. La méthode de travail du sol n'était pas pertinente. Pour la superficie qui devait être ensemencée l'année suivante, on a tenu compte des méthodes de travail du sol (classiques, conservation des sols ou semis direct).

On a supposé que toute la superficie cultivée déclarée dans le recensement allait être ensemencée l'année suivante, à l'exception des superficies consacrées aux céréales de printemps, qui ont été réparties entre les jachères et les superficies ensemencées. On a supposé que la zone ensemencée en céréales de printemps devant être laissée en jachère était égale à la superficie alors en jachère.

Le tableau 4 donne la proportion des résidus initiaux restant en avril-mai suivants, de même que les hypothèses relatives au travail du sol (méthodes classiques, méthodes de conservation des sols et semis direct). Le calcul de la quantité réelle de résidus pour chacun des groupes de culture (RES) exige également une évaluation de la superficie relative (%) cultivée suivant les 3 méthodes ainsi qu'une évaluation de la réduction des résidus associée à chaque méthode de travail du sol.

Exemple : Couverture de résidus pour les céréales

$$RES(céréales) = \frac{\{IRc*Cf*Rcf\}+\{IRc*Csv*Rcsv\}+\{IRc*Css*Rcss\}+\{IRc*Csn*Rcsn\}}{Ct}$$

où
- IRc - résidus initiaux dans les céréales (kg/ha)
- Cf - superficie de céréales laissée en jachère l'année suivante (ha)
- Csv - superficie de céréales ensemencée l'année suivante selon une méthode classique de travail du sol (ha)
- Css - superficie de céréales ensemencée l'année suivante selon une méthode de conservation des sols (ha)
- Csn - superficie de céréales devant être ensemencée l'année suivante selon la méthode du semis direct (ha)
- Ct - superficie totale ensemencée de céréales
- Rcf - réduction de la superficie de céréales laissée en jachère l'année suivante
- Rcsv - réduction pour la superficie de céréales ensemencée l'année suivante - méthode classique de travail du sol (%)
- Rcss - réduction pour la superficie de céréales ensemencée l'année suivante - méthode de conservation des sols (%)
- Rcsn - réduction pour la superficie de céréales ensemencée l'année suivante - semis direct (%)

Exemple : Couverture de résidus pour les oléagineux

$$RES(oléagineux) = \frac{\{IRo*Ov*Rosv\}+\{IRo*Os*Ross\}+\{IRo*On*Rosn\}}{Ot}$$

où
- IRo - résidus initiaux dans les oléagineux (kg/ha)
- Ov - superficie d'oléagineux ensemencée l'année suivante selon une méthode classique de travail du sol (ha)
- Os - superficie d'oléagineux ensemencée l'année suivante selon une méthode de conservation des sols (ha)
- On - uperficie d'oléagineux devant être ensemencée l'année suivante selon la méthode du semis direct (ha)
- Ot - superficie totale ensemencée d'oléagineux (ha)
- Rosv - réduction pour la superficie d'oléagineux ensemencée l'année suivante - méthode classique de travail du sol (%)
- Ross - réduction pour la superficie d'oléagineux ensemencée l'année suivante - méthode de conservation des sols (%)
- Rosn - réduction pour la superficie d'oléagineux ensemencée l'année suivante - semis direct (%)

Tableau 4. Rapport entre la réduction de la quantité de résidus de culture et la méthode de travail du sol

Écorégion (zone de sols)	Séquence des cultures	Méthode de travail du sol	Façon culturale	Résidus restants (%) (avril-mai)
Prairie mixte (brun-brun foncé)	Culture-->Culture	Classique	e-cultivateur	50
			e-pulvériseur	
			e-herse (2x)	
		Conservation	e-semoir pneum.	76
			e-herse	
		Semis direct	e-semoir pneum.	81
	Culture-->Jachère		aucune	90
	Culture-->Jachère-->Culture	Classique	j-cultivateur (4x)	11
			e-cultivateur	
			e-pulvériseur	
			e-herse	
		Conservation	j-cultivateur(2x)	22
			e-semoir pneum.	
			e-herse	
		Semis direct	e-semoir pneum.	36
Tremblaie-parc, Transition boréale	Culture-->Jachère	Classique	j-cultivateur	45
			e-cultivateur	
			e-semoir à houes	
			e-herse (3x)	
		Conservation	e-cultivateur	60
			e-semoir pneum.	
			e-herse	
		Semis direct	e-semoir pneum.	81
	Culture-->Jachère		aucune	90

Écorégion (zone de sols)	Séquence des cultures	Méthode de travail du sol	Façon culturale	Résidus restants (%) (avril-mai)
	Culture-->Jachère-->Culture	Classique	j-cultivateur (6x)	6
			e-cultivateur	
			e-semoir à houes	
			e-herse (2x)	
		Conservation	j-cultivateur (2x)	20
			e-semoir pneum.	
			e-herse	
		Semis direct	e-semoir pneum.	32

e = ensemencement
j = jachère

Exemple : Couverture de résidus pour les terres laissées en jachère

$$RES(jachère) = \frac{\{IRc*Fv*Rfv\}+\{IRc*Fs*Rfs\}+\{IRc*OFn*Rfn\}}{Ft}$$

où
- IRc - résidus initiaux (céréales) (kg/ha)
- Fv - superficie en jachère soumise à une méthode classique de travail du sol (ha)
- Fs - superficie en jachère soumise à une méthode de conservation des sols (ha)
- Fn - superficie en jachère soumise au semis direct (ha)
- Ft - uperficie totale laissée en jachère (ha)
- Rfv - réduction pour la superficie laissée en jachère - méthode classique de travail du sol (%)
- Rfs - réduction pour la superficie laissée en jachère - méthode de conservation des sols (%)
- Rfn - réduction pour la superficie laissée en jachère soumise au semis direct (%)

La valeur du facteur de réduction attribuable à l'érosion éolienne (RED) a été calculée pour chacun des groupes de culture (p. ex. céréales, oléagineux, etc.) à partir de l'équation suivante :

Exemple : RED = A + B(RES)-C(EROS)

où	RED =	facteur de réduction attribuable à l'érosion éolienne
	A,B,C =	coefficients basés sur le type de culture (céréales, oléagineux, jachère, etc.)
	RES =	quantité de résidus (kg/ha)
	EROS =	taux d'érosion du sol nu

La valeur de RED pour chaque type de pédopaysage au sein du polygone correspond à une moyenne pondérée des groupes de culture.

$$RED = \frac{\{RED(cér.)*superficie\text{-}C\}+\{RED(oléag.)*superficie\text{-}O\}+\{RED(jach.)*superficie\text{-}F\}...}{Superficie\ cultivée}$$

La méthode qui précède a été répétée pour la superficie cultivée du pédopaysage sous-dominant. On a supposé que la proportion de terres cultivées au sein du polygone était la même pour le pédopaysage dominant et le pédopaysage sous-dominant. Lorsqu'il était évident que tel n'était pas le cas (p. ex. pente sous-dominante = d), on a fait des rajustements. On a aussi supposé que les superficies et l'importance relative des différentes cultures était la même pour le pédopaysage dominant et le pédopaysage sous-dominant. Voici comment on a évalué le taux réel d'érosion pour chacun des pédopaysages dominant et sous-dominant :

NEROS = EROS (1-RED)

où
NEROS - taux réel d'érosion du sol nu (kg/ha)
EROS - taux d'érosion du sol nu (kg/ha)
RED - facteur de réduction

Aux fins de l'analyse des tendances, on a calculé la quantité totale d'érosion (en tonnes) pour chaque polygone en multipliant le taux réel d'érosion du sol par la superficie des terres cultivées dans chaque pédopaysage. On a ensuite fait la somme des résultats obtenus pour les pédopaysages dominant et sous-dominant du polygone dans son ensemble. La tendance repose sur l'écart entre les données de 1981 et celles de 1991.

4.0 RÉSULTATS

4.1 Érosion hydrique

4.1.1 Risque inhérent d'érosion

Le tableau 5 présente un résumé des risques inhérents d'érosion à la grandeur du pays. Au Canada, environ 63 % de la superficie cultivée est soumise à un risque d'érosion hydrique négligeable à faible et 20 % à un risque d'érosion élevé à grave. Les provinces qui présentent le

potentiel d'érosion hydrique le plus élevé sont la Colombie-Britannique, l'Ontario, le Québec et les Maritimes où plus de 40 % de la superficie agricole présente un risque d'érosion hydrique élevé à grave. Les provinces des Prairies présentent un fort pourcentage (plus de 50 %) de terres affichant un risque d'érosion hydrique négligeable à faible en raison de leur climat relativement sec et des paysages caractérisés par des pentes douces.

Tableau 5. Risque inhérent d'érosion hydrique* au Canada

Eau	CB	Alb	Sask	Man	Ont	Qué	NB	NÉ	IPÉ	Canada
Tolérable	5	39	51	35	12	18	0	3	1	40
Non durable										
Faible	8	16	26	41	11	12	4	6	7	23
Moyen	13	17	19	6	24	14	16	4	11	17
Élevé	3	10	3	4	25	4	13	3	37	7
Grave	72	18	1	14	27	43	67	84	44	13

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de la superficie cultivée dans chaque classe.

4.1.2 Risque réel d'érosion

Analyse à l'échelle des pédopaysages du Canada

Colombie-Britannique

La Colombie-Britannique a été subdivisée en quatre régions agricoles (fig. 1) en fonction de caractéristiques uniques en ce qui a trait au climat, au pédopaysage et aux pratiques agricoles.

La **région côtière du sud**, qui comprend la vallée inférieure du Fraser et l'île de Vancouver, regroupe 10 % de la superficie des terres cultivées de la C.-B. Cette région se distingue des trois autres régions par son climat côtier humide. Soixante-dix pour cent des précipitations annuelles normales (surtout sous forme de pluie) se produisent entre les mois d'octobre et de mars, soit au moment où la couverture végétale est souvent absente et où les sols ainsi exposés sont très vulnérables à l'érosion. Les cultures sarclées intensives de légumes et de petits fruits contribuent à accroître les risques d'érosion dans cette région.

La **région continentale du sud**, qui comprend les régions du Cariboo, de la Thompson, de l'Okanagan et du Kootenay, regroupe près de 30 % de la superficie des terres cultivées de la

C.-B. La production agricole va de la production de boeuf de boucherie dans la région du Cariboo à celle des fruits et du raisin dans la vallée de l'Okanagan. La **région continentale du centre** réunit environ 11 % de la superficie des terres cultivées de la C.-B. Les céréales et les fourrages y sont parfois cultivés dans des pédopaysages escarpés des avant-monts. La **région de la rivière de la Paix** réunit un peu plus de la moitié de la superficie des terres cultivées de la C.-B. On y cultive surtout des céréales, des oléagineux, des graminées de semence et des fourrages sur les longues pentes et sur les terres vallonnées pourvues de sols de moyennement à fortement vulnérables à l'érosion.

Les **régions de la rivière de la Paix** et **côtière du sud** ont déjà été reconnues comme étant des régions de la C.-B. présentant des risques d'érosion élevés et moyennement élevés, respectivement, compte tenu de l'intensité de l'utilisation agricole des terres et des calculs de prévision de l'érosion (Novak et van Vliet, 1983). Au début des années 1980, les pratiques de conservation des sols étaient très rares dans toutes les régions de la province. À partir de la fin des années 1980, à la faveur d'une plus grande sensibilisation aux avantages des méthodes de conservation des sols, de plus en plus de producteurs commencèrent à recourir à une mesure ou à une autre de conservation des sols. Tant et si bien qu'on assiste à une baisse du risque réel d'érosion dans son ensemble. Les résultats de l'analyse de la valeur C pondérée révèlent une amélioration du risque réel d'érosion entre 1981 et 1991 pour toutes les régions de la Colombie-Britannique, allant d'une amélioration négligeable de moins de 1 % pour la région côtière du sud à une amélioration de 12 % pour la région de la rivière de la Paix (tableau 6). Ces améliorations sont attribuables à des changements apportés aux cultures, notamment au type de culture et à la distribution des différentes cultures, et à la réduction de la superficie des terres cultivées. Comme les améliorations découlant de l'adoption de méthodes aratoires de conservation des sols et du semis direct ne s'appliquent qu'à la région de la rivière de la Paix, ces améliorations ont été incluses dans l'analyse, ce qui fait que, pour cette région, l'amélioration de 12 % découle à la fois de changements apportés aux systèmes de culture et de changements dans les méthodes de travail du sol.

Lorsqu'on a pondéré les valeurs C régionales en fonction de la proportion de la superficie cultivée totale de la C.-B., on a obtenu une amélioration du risque réel d'érosion de 9 % pour la C.-B., qui s'explique par la réduction de la superficie des terres cultivées, par des changements dans les cultures pratiquées et par la mise en oeuvre de méthodes de conservation des sols et de semis direct. Ces données ne tiennent pas compte des améliorations rendues possibles par les méthodes de lutte contre l'érosion comme les voies d'eau gazonnées, l'aménagement de terrasses, la culture suivant les courbes de niveau, la culture en bande alternante et les cultures-abris hivernales.

On a regroupé les taux de perte de sol déterminés par l'USLE en 5 classes de risque. Le tableau 7 illustre la répartition des terres cultivées, en pourcentage, dans ces classes pour 1981 et 1991. Les améliorations du risque d'érosion sont le résultat des effets combinés des réductions des superficies cultivées, des changements de type de culture et, pour la région de la rivière de la Paix, de l'adoption des méthodes de conservation des sols et de semis direct.

Pour l'ensemble de la province, près de 60 % de la superficie cultivée de C.-B. en 1991 affiche un très faible risque d'érosion comparativement à un risque de 56 % en 1981. Cette amélioration est due au fait qu'environ 6000 ha de terres cultivées appartenant à différentes classes de risque sont entrés dans la classe des risques d'érosion très faibles. Un peu moins que 7 % de la superficie cultivée de la C.-B. s'assortit d'un risque d'érosion élevé à grave. On note une amélioration de la tendance dans la classe des risques d'érosion élevés (superficie moins importante en 1991 qu'en 1981). Les classes de risque faible et de risque moyen réunissent environ 35 % de la superficie de la C.-B. et l'on note une tendance à l'amélioration dans la classe de risque d'érosion faible. Le niveau de perte de sol dans la classe de risque d'érosion très faible est considéré comme tolérable, puisqu'il n'est pas de nature à nuire à la capacité de production à long terme du sol dans le cadre d'une agriculture durable. Il est intéressant de noter qu'entre 1981 et 1991 aucune zone n'est passée d'un niveau « tolérable » à un niveau « intolérable ». Au contraire, les terres agricoles ont généralement évolué dans la bonne direction, passant d'une classe de risque « intolérable » à une classe de risque « tolérable ». Cependant, le fait qu'il y avait encore en 1991 une part importante des terres cultivées de la province qui se trouvaient dans les classes de risque d'érosion hydrique intolérable, malgré une tendance à l'amélioration, témoigne de la lenteur avec laquelle les mesures de conservation des sols axées sur les systèmes de culture et le travail du sol ont été mises en oeuvre en C.-B au début des années 1990. Les observations faites par les agronomes de district et les spécialistes des cultures laissent croire à un progrès beaucoup plus rapide depuis 1991, dans toutes les régions de la C.-B., quant à l'adoption de pratiques de conservation des sols et particulièrement de la méthode du semis direct, et également d'autres pratiques de lutte contre l'érosion comme l'utilisation de cultures-abris hivernales et l'aménagement de voies d'eau gazonnées.

L'examen des données par région aide à faire ressortir les tendances plus en détail dans une perspective davantage spatiale. Pour trois des quatre régions, les tendances du risque réel d'érosion sont semblables à celles qui sont observées pour la province. La **région continentale du centre** fait exception à cette règle, car elle présentait en 1991, par rapport à 1981, une moins grande superficie dans la classe de risque très faible et une plus grande superficie dans les classes de risque faible et de risque élevé. Cette région a connu une augmentation de la superficie cultivée consacrée à la luzerne, probablement sur les pédopaysages plus vulnérables à l'érosion, ce qui peut expliquer pourquoi on retrouve dans la classe de risque très faible une superficie moins grande que dans toute autre région. Cette situation est surprenante compte tenu de la culture intensive qui se pratique dans cette région et de l'augmentation rapide des superficies consacrées aux cultures sarclées à peu près à la même période (Runka, 1990). L'examen des données des recensements de l'agriculture confirme l'augmentation de la superficie consacrée aux cultures sarclées de légumes et de petits fruits, mais démontre en même temps une diminution de la superficie ensemencée en céréales de printemps, en maïs d'ensilage et en foin, même si la superficie totale des terres cultivées de la **région côtière du sud** est restée la même. Par conséquent, les changements importants apportés aux cultures ont entraîné une augmentation de la superficie dans les classes représentant des risques très faible, moyen, élevé et très élevé et une diminution de la superficie dans la classe de risque faible.

En résumé, lorsqu'on regarde les mesures de conservation des sols appliquées aux régions de la C.-B., l'analyse de la valeur C démontre, à la lumière des améliorations très négligeables de moins de 1 % du risque réel d'érosion dans la **région côtière du sud** comparativement à d'autres régions, que cette région serait celle qui bénéficierait le plus de pratiques de conservation des sols et de lutte contre l'érosion. De plus, la répartition des classes de risque d'érosion par région et pour la province révèle la nécessité d'axer les efforts de lutte contre l'érosion et de conservation des sols dans chaque région pour faire passer une plus grande superficie de terres cultivées dans la fourchette de risque tolérable (classe de risque très faible) en réduisant la superficie des terres cultivées dans les autres classes de risque d'érosion. Il est important d'abord, pour la **région continentale du centre**, de renverser la tendance négative par une amélioration du risque d'érosion et une augmentation de la superficie dans la classe de risque très faible (tolérable). Enfin, comparativement à un sol laissé à nu et non protégé, l'effet des systèmes de culture et du travail du sol (risque réel d'érosion, tableau 7) a entraîné un changement important dans les classes de risque; on est passé de 72 % de la superficie des terres cultivées comprises dans la classe de risque d'érosion grave dans le tableau 5 à 80 % de la superficie cultivée de la Colombie-Britannique dans les classes de risque faible et de risque très faible (tolérable), dans le tableau 7. Ce changement démontre clairement l'extrême importance du type de culture ainsi que de la couverture assurée par les cultures et par les résidus, eu égard à la réduction du risque réel d'érosion. (Par exemple, le passage de cultures sarclées continues à de meilleures rotations, l'inclusion du foin dans la rotation, ou les pâturages améliorent la couverture et donnent des valeurs C plus faibles). Mieux le sol est protégé par une couverture végétale ou des résidus de culture, plus le risque est faible.



Figure 1. Regions agricoles de la Columbie-Britannique

Tableau 6. Tendances du risque réel d'érosion prévu* à partir de l'analyse du facteur C pour la Colombie-Britannique

Région	Valeur du facteur C (Superficie cultivée pondérée par région)		
	1981	1991	Variation (%)
Côtière du sud	0,1878	0,1876	-0,1
Continentale du sud	0,1542	0,1495	-3,0
Continentale du centre	0,1805	0,1681	-6,9
Rivière de la Paix	0,3143	0,2754	-12,4
Province	0,2414*	0,2197*	-9,0

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Tableau 7. Risque réel d'érosion hydrique prévu* en Colombie-Britannique, 1981 et 1991

Région	Superficie cultivée (ha)		Tolérable		Faible		Moyen		Élevé		Grave	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
Côtière du sud	3 428	275	70,2	76,6	21,8	13,9	3,0	3,6	4,7	5,4	0,3	0,5
Continentale du sud	57 532	57 043	50,8	53,5	19,0	19,1	20,3	24,3	7,9	2,6	2,0	0,5
Continentale du centre	301 304	291 415	62,4	56,7	25,6	28,8	7,6	8,4	1,5	2,2	2,9	3,9
Rivière de la Paix	65 538	70 871	54,6	58,7	29,0	23,0	10,4	11,8	4,7	3,9	1,3	2,6
Province	427 802	419 604	55,9	58,8	25,1	21,8	12,2	13,9	5,2	3,5	1,6	2,0

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Alberta

L'Alberta a été subdivisée en huit écorégions en fonction du climat et du sol (figure 2). Les pratiques agricoles diffèrent également d'une écorégion à l'autre.

Trois écorégions — **Prairie mixte, Prairie mixte humide** et **Tremblaie-parc** — se trouvent dans l'écozone des Prairies. Les sols y ont une fertilité naturelle relativement élevée et une bonne capacité de rétention d'eau. Le relief relativement plat se prête bien à une agriculture hautement mécanisée; cependant, les sols exposés par l'utilisation intensive des terres et les terres laissées en jachère durant l'été sont vulnérables à l'érosion éolienne, surtout dans les régions de déficit hydrique et/ou de grands vents. Dans l'écorégion semi-aride de la **Prairie mixte** du sud-est de l'Alberta, l'agriculture repose sur la production de blé de printemps et d'autres céréales en rotation avec une jachère estivale. La culture de la graine de lin et du blé dur se pratique aussi sur les paysages découpés, ondulés et en cuvettes des chernozems bruns. L'autre moitié de la superficie cultivée sert de pâturage ou de parcours naturel. L'écorégion semi-aride de la **Prairie mixte humide** reçoit des précipitations annuelles légèrement plus importantes que l'écorégion de la Prairie mixte (350-400 mm comparativement à 250-350 mm). Les sols brun foncé de la région se caractérisent par des tills, sur des terrains présentant des creux ou des bosses, et par des dépôts lacustres sableux ou argileux, sur des terrains plats à très légèrement onduleux. On y cultive le blé de printemps et d'autres céréales en rotation avec des jachères, ainsi que des oléagineux. L'écorégion de la **Tremblaie-parc** réunit quelques-unes des terres agricoles parmi les plus productives. On y pratique un vaste éventail de cultures, dont le blé de printemps, d'autres céréales, les oléagineux, les fourrages et des cultures spéciales. Les sols noirs de la région se trouvent sur des reliefs allant d'onduleux à parsemés de cuvettes et allant de plats à bosselés ou côtelés.

Quatre écorégions —**Transition boréale, Hautes terres boréales du centre, Hautes terres de l'ouest de l'Alberta** et **Basses terres de la rivière de la Paix** —se trouvent dans l'écozone des Plaines boréales. Cette écozone se caractérise par des températures moyennes légèrement plus fraîches que dans l'écozone des Prairies, et une superficie moins grande consacrée à l'agriculture, sauf dans la région de la rivière de la Paix. L'écorégion des **Basses terres de la rivière de la Paix** jouit d'un climat plus doux que les régions environnantes, ce qui permet la production de petites céréales et de graminées sur 45 % de sa superficie. Les sols sont formés de dépôts lacustres argileux et de dépôts fluviaux sableux ou de tills à texture fine sur des reliefs légèrement onduleux ou inclinés. Les basses terres de la rivière de la Paix comprennent les écorégions des Basses terres de la rivière Hay et des Hautes terres du nord de l'Alberta, qui elles font partie de l'écozone de la Taïga des plaines. L'agriculture dans cette région plus froide se limite aux cultures fourragères. Dans les écorégions de la **Transition boréale** et des **Hautes terres boréales du centre,** l'agriculture est davantage limitée par les étés frais et courts et les hivers froids que par les conditions de précipitations créant un climat subhumide. Ces régions produisent du blé de printemps, d'autres céréales, des oléagineux et des cultures fourragères.

La huitième région est celle de l'**écozone de la Cordillère,** où les utilisations agricoles des terres se limitent aux pâturages et aux cultures fourragères, en basse altitude.

La mesure dans laquelle le risque d'érosion hydrique a été affecté par les changements au chapitre des systèmes de culture et des méthodes de travail du sol au cours de la période visée par l'analyse, soit de 1981 à 1991, est illustrée par les tendances décrites dans les tableaux 8 et 9. Les pratiques de conservation des sols étaient très rares en Alberta au début des années 1980. Par conséquent, les risques d'érosion étaient particulièrement élevés dans les régions où l'on recourait intensivement aux jachères estivales. Déjà en 1991, une utilisation accrue des pratiques de conservation des sols combinée à une augmentation de la proportion de luzerne et de foin cultivé ont entraîné une baisse du risque d'érosion global. Lorsqu'on a pondéré les valeurs C régionales (tableau 8) au prorata de la superficie cultivée totale de l'Alberta, on a noté une amélioration du risque réel d'érosion de 16,5 % pour la province. Cette amélioration découle de la mise en oeuvre de pratiques de conservation des sols, du recours moins fréquent aux jachères estivales et des changements apportés aux types de culture. L'amélioration la plus marquée du facteur C s'est produite dans les écorégions des **Hautes terres boréales du centre** et de la **Transition boréale**. Les valeurs C relativement plus faibles pour ces écorégions reflètent le caractère moins intensif de l'exploitation agricole dont elles font l'objet, comparativement aux écorégions qui présentent des valeurs C plus élevées.

Le tableau 9 montre l'évolution du risque d'érosion des sols en Alberta entre 1981 et 1991. Dans l'ensemble, le risque d'érosion a tendance à décliner. La proportion des terres cultivées qui se trouvent dans la classe de risque tolérable est passée de 77,0 % en 1981 à 83,6 % en 1991. Le pourcentage des terres cultivées dans toutes les autres classes de risque a diminué. L'amélioration la plus marquée s'est produite dans l'écorégion de la **Prairie mixte humide**, où la proportion des terres cultivées qui se trouvent dans la classe de risque tolérable a augmenté de 11,6 %. Cette écorégion est suivie de celles des **Basses terres de la rivière de la Paix** et de la **Tremblaie-parc**. On n'a noté qu'une faible amélioration dans l'écorégion semi-aride de la **Prairie mixte**, où les jachères estivales sont encore largement pratiquées comme méthode de conservation de l'humidité. On trouve encore dans l'écorégion des **Hautes terres boréales du centre** une part importante des terres cultivées présentant un risque d'érosion élevé, malgré que cette écorégion affiche l'amélioration la plus marquée du facteur C pondéré. Le risque d'érosion élevé traduit le fait qu'une part importante des sols de l'écorégion sont soumis à un risque inhérent d'érosion élevé. Ces terres ont besoin de mesures de conservation plus énergiques.

Figure 2. Regions agricoles du les provinces Prairies

Tableau 8. Tendances du risque réel d'érosion prévu* à partir de l'analyse du facteur C pour l'Alberta

Écorégion	Valeur du facteur C (Superficie cultivée pondérée par écorégion)		
	>81	>91	Variation (%)
Prairie mixte (brun)	0,382	0,326	-14,67
Prairie mixte humide (brun foncé)	0,335	0,284	-15,26
Tremblaie-parc (noir)	0,275	0,236	-13,85
Transition boréale (gris foncé)	0,225	0,185	-18,31
Hautes terres boréales du centre (luvisols)	0,209	0,160	-22,04
Hautes terres de l'ouest de l'Alberta	0,26	0,11	-57,7
Basses terres de la rivière de la Paix	0,323	0,269	-16,91
Cordillère	0,204	0,233	+14,2
Province	0,290	0,2243	-16,50

*Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Tableau 9. Risque réel d'érosion hydrique prévu* en Alberta, 1981 et 1991

Écorégion (zone de sols)	Superficie cultivée (ha)		Tolérable		Faible		Moyen		Élevé		Grave	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
Prairie mixte (brun)	1 687 178	1 513 154	81	79,6	10,1	12	9	8,4	0	0	0	0
Prairie mixte humide (brun foncé)	2 606 700	2 549 438	67,3	77,2	23	18	9,7	4,8	0	0	0	0
Tremblaie-parc (noir)	3 309 614	3 273 484	83,5	89,1	11,6	6,2	3,2	4,7	1,7	0	0,1	0
Transition boréale (gris foncé)	1 437 297	1 333 725	73,2	81,1	15,8	9,0	9,3	8,2	1,7	1,7	0	0
Hautes terres boréales du centre (luvisols)	141 508	133 061	55,9	77,9	34,8	13,5	9,3	8,6	0	0	9,7	7,3
Hautes terres de l'ouest de l'Alberta	353 711	299 965	29,1	20,1	13,5	18,8	33,7	23,6	11,6	8,4	12,1	6,6
Basses terres de la rivière de la Paix	1 568 931	1 514 877	74,5	76,9	13,7	12,7	9,2	8,0	2,6	2,3	0	0
Cordillère	25 093	18 865	1,1	1,8	8,1	12,3	65,6	70,1	0	0	25,7	15,7
Province	11 130 032	10 617 704	74,5	80,3	15,2	11,4	8,4	7,1	1,5	0,9	0,4	0,3

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Saskatchewan

La tendance du risque d'érosion hydrique qui se dessine entre 1981 et 1991 illustre essentiellement la mesure dans laquelle le risque d'érosion hydrique a été influencé par les changements apportés aux systèmes de culture et aux méthodes de travail du sol (tableau 10). Dans l'ensemble, la tendance est à la baisse de presque 15 % pour la Saskatchewan. Le gros de cette diminution est attribuable à un changement apportés aux systèmes de culture, et en particulier à la réduction des jachères et à une augmentation de la superficie consacrée aux cultures fourragères. Le reste de la diminution est due à une utilisation accrue des méthodes de conservation des sols et de travail réduit du sol.

Dans les régions plus arides de la Saskatchewan, le risque d'érosion hydrique a diminué en raison des effets combinés du changement des systèmes de culture et de l'adoption de méthodes reposant sur le travail réduit du sol. Dans les écorégions de la **Prairie mixte humide** et de la **Tremblaie-parc** (figure 2), la réduction du risque d'érosion hydrique est beaucoup plus grande que dans l'écorégion de la **Prairie mixte** surtout à cause d'un changement apporté aux systèmes de culture. Dans les zones comprises dans l'écorégion de la **Transition boréale**, la réduction du risque d'érosion hydrique a été beaucoup plus grande que dans les régions plus au sud. Cette situation s'explique par une réduction marquée des terres laissées en jachère et par une augmentation des cultures fourragères au détriment des cultures annuelles.

Les pratiques culturales ayant permis une réduction du risque d'érosion hydrique comprennent les changements apportés aux types de culture aussi bien que l'importance accordée aux jachères. Quant aux méthodes de travail du sol qui ont permis de réduire le risque d'érosion hydrique, il s'agit des méthodes de conservation des sols et du semis direct.

Tableau 10. Tendances du risque réel d'érosion prévu* à partir de l'analyse du facteur C pour la Saskatchewan

Écorégion	Valeur du facteur C (Superficie cultivée pondérée par écorégion)		
	>81	>91	Variation (%)
Prairie mixte (brun)	0,651	0,594	-9,2
Prairie mixte humide (brun foncé)	0,574	0,498	-12,3
Tremblaie-parc (noir)	0,560	0,455	-17,9
Transition boréale (gris foncé)	0,429	0,328	-23,3
Province	0,57	0,49	-13,6

*Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Tableau 11. Réduction du risque d'érosion hydrique prévu en Saskatchewan, 1981-1991

Écorégion (zone de sols)	Réduction due :		Réduction totale (%)
	aux systèmes de culture (%)	au travail du sol (%)	
Prairie mixte (brun)	5,8	2,9	8,7
Prairie mixte humide (brun foncé)	12,8	2,9	15,7
Tremblaie-parc (noir)	15,6	3,0	18,6
Transition boréale (gris / gris foncé)	23,0	2,3	25,3
Province	11,4	2,9	14,2

Tableau 12. Risque réel d'érosion hydrique prévu* en Saskatchewan, 1981 et 1991

Écorégion (zone de sols)	Superficie cultivée (ha)	Tolérable		Faible		Moyen		Élevé		Grave	
	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
Prairie mixte (brun)	5 484 374	68,9	73,5	24,8	22,3	3,9	2,4	1,1	0,8	1,3	1,0
Prairie mixte humide (brun foncé)	5 195 784	44,9	51,2	29	27,8	12,9	9	9,1	10,7	4,1	1,3
Tremblaie-parc (noir)	5 611 216	71,3	81,1	21,7	12,5	3,9	4,8	2,8	1,2	0,3	0,4
Transition boréale (gris / gris foncé)	2 867 335	79,9	91,2	15	6	3,9	1,7	0,1	0,3	1,1	0,9
Province	19 158 709	64,3	71,8	23,7	18,8	6,5	4,8	3,7	3,7	1,8	0,9

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Manitoba

Le risque d'érosion hydrique a diminué d'environ 11 % au Manitoba entre 1981 et 1991. Six pour cent de cette baisse est attribuable à des changements apportés aux systèmes de culture et 9 %, aux méthodes de travail réduit du sol (*La santé de nos sols*). Pour ce qui est des systèmes de culture, on a davantage recours à la culture continue et on tend depuis peu vers une plus grande diversification des cultures. Cette évolution a permis de consacrer une superficie plus grande à des cultures annuelles et probablement à des rotations plus longues en raison de l'inclusion de nouvelles cultures. Le changement apporté aux systèmes de culture se traduit aussi par la diminution du pourcentage de la superficie annuelle des terres cultivées laissées en jachère, qui est passée d'environ 12 % en 1981 à environ 6 % en 1991 (*Annuaire de statistiques agricoles du Manitoba*, 1995).

Par contre, les changements dans les méthodes de travail du sol portent probablement sur la diminution du nombre d'opérations, comme en témoignent la diminution des jachères d'été et l'intérêt croissant pour l'adoption de méthodes de travail réduit du sol ou de semis direct. Le gros de la recherche et des vérifications portant sur les systèmes de travail réduit du sol a été élaboré au cours de la deuxième partie de la décennie. La tendance au cours de cette période consistait à augmenter la couche de résidus laissés à la surface du sol ou partiellement incorporés à la surface et, en conséquence, à assurer une protection accrue contre l'érosion. La baisse du risque est évidente dans presque toutes les classes de risque d'érosion au Manitoba, sauf dans la classe de risque moyen (tableau 14). La baisse du risque d'érosion pourrait aussi s'expliquer par une meilleure connaissance des programmes de conservation des sols et des avantages qu'ils procurent, par l'adoption de pratiques d'économie des sols comme les brise-vent et une place accrue aux fourrages dans les rotations.

Tableau 13. Tendances du risque réel d'érosion prévu* à partir de l'analyse du facteur C pour le Manitoba

Écorégion	Valeur du facteur C (Superficie cultivée pondérée par écorégion)		
	>81	>91	Variation (%)
Prairies (noir, brun, brun foncé)	0,300	0,200	-33,00
Plaines boréales (gris, gris foncé)	0,316	0,321	+1,58
Province	0,324	0,287	-11,42

*Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Tableau 14. Risque réel d'érosion hydrique prévu* au Manitoba, 1981 et 1991

Écorégion (zone de sols)	Superficie cultivée (ha)		Tolérable		Faible		Moyen		Élevé		Grave	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
Prairies — Tremblaie-parc, Prairie et Prairie mixte humide (noir, brun foncé, brun)	3 743 846,6	3 780 806,8	91,0	91,8	3,9	3,8	2,3	3,1	1,8	0,8	1,0	0,5
Plaines boréales (gris)	1 057 161,8	1 073 255,2	74,7	77,2	7,9	6,6	6,6	7,4	1,6	2,0	9,2	6,8
Province	4 801 008,4	4 854 062,0	87,7	88,6	4,8	4,4	3,2	4,1	1,4	1,1	2,8	1,9

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Ontario

On a divisé l'Ontario en quatre régions agricoles en tenant compte du climat, des pédopaysages et des pratiques agricoles (figure 3). Trois des écorégions (135, 134 et 132) font partie de l'écozone des Plaines à forêts mixtes, qui se caractérise par son emplacement dans les vallées des Grands Lacs inférieurs et du fleuve Saint-Laurent, une topographie douce, des sols fertiles, une saison de végétation chaude et des pluies abondantes (Groupe de travail sur la stratification écologique, 1995). L'écorégion 98, Algonquin-Lac Nipissing, fait partie de l'écozone du Bouclier boréal. La combinaison d'une topographie dominée par des affleurements rocheux, d'une saison de croissance courte et chaude et de précipitations légèrement plus importantes a tendance à limiter la nature et l'ampleur des activités agricoles dans cette région si on la compare aux trois autres.

L'écorégion des **Basses terres du lac Érié** (écorégion 135) se situe dans l'extrême sud de la province. Elle s'étend de Windsor à Toronto et comprend la péninsule du Niagara. Cette écorégion renferme environ 40 % de la superficie cultivée de l'Ontario. On y cultive essentiellement du maïs, du soya, du tabac, des légumes et des fruits tendres. Cette écorégion jouit de l'un des climats les plus doux du Canada; les étés y sont humides, chauds ou très chauds, les hivers, doux et neigeux. Les précipitations y sont réparties également sur toute l'année.

La partie sud de l'écorégion de **Manitoulin-Lac Simcoe** (écorégion 134) fait l'objet d'une agriculture plus intensive que la partie nord. Les risques d'érosion y sont généralement élevés en raison des pratiques agricoles, de la topographie vallonnée et des sols moyennement vulnérables à l'érosion. Cette écorégion comprend 40 % de la superficie cultivée de l'Ontario.

L'écorégion des **Basses terres du fleuve Saint-Laurent** (écorégion 132) renferme 10 % des terres cultivées de l'Ontario. Elle se situe dans l'est de l'Ontario et a pour centre Ottawa. Le climat y est semblable à celui de l'écorégion de Manitoulin-Lac Simcoe, si ce n'est que les hivers y sont plus rigoureux et que les activités agricoles ont tendance à graviter davantage autour de l'élevage et de la production fourragère. La combinaison de sols à texture plus fine sur une topographie de relief émoussé et de l'utilisation des terres à des fins de production fourragère ou de culture moins intensive se traduit par un risque d'érosion plus faible.

Si ce n'était de la prédominance des pâturages et des cultures fourragères, la superficie cultivée de l'écorégion d'**Algonquin-Lac Nipissing** (région 98) serait probablement soumise à un risque d'érosion hydrique grave du fait de la combinaison d'un écoclimat tempéré, humide et frais, de précipitations relativement abondantes, de sols peu profonds ou d'affleurements rocheux et d'une topographie ondulée, en bosses et en creux.

Les sols de l'Ontario sont en général vulnérables à l'érosion. Plusieurs facteurs sont en cause : les précipitations annuelles importantes (700-1000 mm) que reçoit le sud de la province; les risques de ruissellement accrus pendant les mois d'hiver et de printemps du fait des sols

semi-gelés qui ont une faible perméabilité; la rareté ou l'absence d'une couverture végétale, qui peuvent se traduire par des risques d'érosion graves; le fait que des terres escarpées ayant une vulnérabilité à l'érosion de moyenne à grande servent souvent à la production intensive de cultures sarclées; les méthodes aratoires classiques qui, bien souvent, ne laissent pas une protection végétale ou une couche de résidus suffisante pour des sols peu profonds ou très vulnérables à l'érosion; l'agriculture intensive ou la surutilisation des terres qui fait en sorte qu'il n'est pas rare de voir, dans les zones qui y sont soumises, des champs où tout l'horizon A a été érodé et où une part accrue de l'horizon B est exposée.

Au début des années 1980, les méthodes de conservation des sols étaient rarement employées en Ontario, d'où le risque d'érosion grave qu'on retrouvait dans bon nombre de régions de la province (*Nos sols dégradés*, 1984). Déjà en 1991, davantage de producteurs avaient recours à une méthode ou à une autre de conservation des sols, ce qui a permis de constater une diminution du risque d'érosion général. On retrouvait ainsi en 1991, 56 % de la superficie cultivée dans la classe de risque tolérable, comparativement à 51 % en 1981. Cependant, 10 % de la superficie présentait encore en 1991 un risque d'érosion d'élevé à grave. De toute évidence, la province compte encore des superficies importantes où l'agriculture intensive conjuguée à des terres intrinsèquement vulnérables à l'érosion concourent à donner un risque d'érosion qui dépasse le niveau tolérable. Compte tenu des changements qui ont eu lieu entre 1981 et 1991, aucune nouvelle superficie n'a dépassé les limites de risque tolérable depuis 1981. Cette situation reflète le mouvement dans la bonne direction observé dans tous les polygones. Toutefois, des parties importantes de la province qui affichaient un risque d'érosion hydrique intolérable en 1981 présentaient toujours le même niveau de risque en 1991 faute d'efforts suffisants dans la mise en oeuvre de pratiques de conservation ou en raison d'un usage intensif inadéquat des terres. Certaines activités peuvent avoir permis un déplacement de la classe de risque grave à la classe de risque élevé, moyen ou faible, mais l'objectif global de passer à un niveau de risque tolérable n'est pas encore atteint.

L'examen des données à l'échelle régionale permet d'expliquer les changements observés au niveau des risques. Les données du tableau 16 illustrent l'évolution qui s'est produite entre 1981 et 1991 en ce qui a trait à la distribution en pourcentage de la superficie de chaque polygone de pédopaysages dans les différentes classes de risque d'érosion. Les écorégions des **Basses terres du lac Érié** et de **Manitoulin-Lac Simcoe** sont celles qui ont connu la transition la plus importante des classes de risques plus élevés à la classe de risque tolérable. Toutefois, il s'agit en même temps des régions où l'on trouve encore des superficies considérables dans les classes de risques intolérables. L'écorégion d'**Algonquin-Lac Nipissing** qui fait l'objet d'une agriculture moins intensive avait au départ 98 % de sa superficie dans la classe de risque tolérable.

La partie sud des **Basses terres du lac Érié** est la région où l'on retrouve le pourcentage de superficie le plus important dans la classe de risque tolérable. Cette situation est essentiellement due au relief plat de la région. On y pratique une agriculture intensive et on y produit beaucoup de cultures sarclées, mais le sol se caractérise par un risque inhérent d'érosion tolérable. La

partie nord de la région, par contre, ainsi que la majeure partie de l'écorégion de **Manitoulin-Lac Simcoe** affichent un profil plus vallonné, en bosses et en creux, qui entraîne un risque inhérent d'érosion plus élevé. Cette caractéristique, conjuguée à l'agriculture passablement intensive qui se pratique dans la région, explique pourquoi 63 % de la superficie se retrouve dans les classes de risques intolérables. C'est dans cette région que les mesures de conservation des sols ont besoin d'être mises en oeuvre le plus efficacement possible. Dans les écorégions d'**Algonquin** et des **Basses terres du fleuve Saint-Laurent**, l'agriculture est beaucoup moins intensive, une part de la superficie étant consacrée aux fourrages et aux céréales. La faible occupation du terrain par les cultures sarclées dans ces régions se traduit par un risque d'érosion relativement faible. Il y a néanmoins eu ces dernières années une augmentation de la superficie consacrée aux cultures sarclées (essentiellement le soya) dans l'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, qui pourrait renverser la tendance vers une réduction globale du risque d'érosion hydrique à cet endroit. La présente analyse aidera à faire le suivi de cette évolution, ce qui permettra de guider les efforts de mise en oeuvre des pratiques de conservation là où elles sont le plus nécessaires.

Des initiatives futures en termes de pratiques de conservation des sols pourraient influer considérablement sur la réduction des risques d'érosion dans toutes les régions de l'Ontario, mais surtout dans l'écorégion de Manitoulin-Lac Simcoe. Moins de 37 % de la superficie des terres cultivées de la région entre dans une classe de risque d'érosion tolérable.

Figure 3. Regions agricoles de l'Ontario

Tableau 15. Tendances du risque réel d'érosion prévu à partir de l'analyse du facteur C pour l'Ontario

Écorégion	Valeur du facteur C (Superficie cultivée pondérée par écorégion)		
	>81	>91	Variation (%)
Basses terres du lac Érié	0,399	0,371	-7,02
Manitoulin-Lac Simcoe	0,283	0,248	-12,37
Basses terres du fleuve Saint-Laurent	0,154	0,137	-11,04
Algonquin-Lac Nipissing	0,215	0,191	-11,16
Province	0,318	0,288	-9,3

Tableau 16. Risque réel d'érosion hydrique prévu* en Ontario, 1981 et 1991

Écorégion	Superficie cultivée (ha)		Tolérable		Faible		Moyen		Élevé		Grave	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
1 (Basses terres du lac Érié)	1 513 355	1 312 028	54,1	59,9	24,9	21,0	12,5	11,1	7,6	7,1	0,9	0,8
2 (Manitoulin-Lac Simcoe)	1 402 930	1 380 222	30,5	36,8	35,0	32,7	18,6	15,3	15,4	14,8	0,5	0,4
3 (Algonquin-Lac Nipissing)	137 390	123 410	97,8	99,4	1,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0
4 (Basses terres du fleuve Saint-Laurent)	441 731	366 465	98,3	98,3	1,7	1,7	0	0	0	0	0	0
Province	3 494 406	3 182 125	50,5	55,5	25,7	23,2	13,3	11,3	9,9	9,5	0,7	0,5

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Québec

On a analysé les tendances érosives pour huit écorégions du Québec (figure 4). L'écorégion des **Basses terres du fleuve Saint-Laurent** est celle qui comprend le pourcentage de la superficie cultivée de la province de loin le plus important (62,2 %, tableau 19). Cette écorégion est décrite dans la section sur l'érosion en Ontario. L'écorégion des **Appalaches** est la deuxième écorégion en importance en termes de superficie cultivée (20,8 %). Cette écorégion de même que celle des **Hautes terres du nord du Nouveau-Brunswick** font partie de l'écozone Maritime de l'Atlantique, caractérisée par un climat maritime frais et humide, des podzols dans les hautes terres et des luvisols fertiles dans les basses terres. Le reste des activités agricoles de la province se situe dans l'écozone du Bouclier boréal (écorégions du **Sud des Laurentides**, du **Centre des Laurentides**, des **Plaines de l'Abitibi**, des **Basses terres du lac Témiscamingue** et du **Plateau de la rivière Rupert**). Tout comme dans l'écorégion d'Algonquin-Lac Nipissing, l'érosion hydrique pourrait constituer un problème si ce n'était de la prédominance de la production fourragère et des pâturages. La région se caractérise par un écoclimat tempéré, humide et très frais, des précipitations relativement abondantes, des sols peu profonds ou des affleurements rocheux et un relief ondulé ou en bosses et en creux.

L'application de l'équation universelle des pertes en terre (USLE) pondérée pour tenir compte de l'importance relative de chaque polygone de pédopaysages du Québec révèle que 4 millions de tonnes de terre arable ont été érodées en 1991 comparativement à 4,6 millions de tonnes en 1981 (voir tableau 18). Il s'agit d'une amélioration de 12,5 % pour l'ensemble de la province. Il existe des variations régionales importantes. L'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent affiche une tendance négative qui reflète l'augmentation en 1991 des superficies occupées par les cultures de maïs-grain et de soya. Entre 1981 et 1991, la superficie consacrée au maïs-grain a presque doublé et la superficie consacrée au soya a quadruplé.

L'ensemble de la superficie cultivée du Québec entre dans les classes de risque d'érosion allant de tolérable à moyen (tableau 19). Aucune superficie cultivée n'a été établie comme ayant un risque d'érosion réel entrant dans les classes de risque élevé ou grave. Au niveau de la province dans son ensemble, la situation s'améliore. On note une augmentation de 1 % du risque réel d'érosion dans la classe de risque tolérable, qui comprend ainsi 92,6 % de la superficie cultivée. L'amélioration la plus notable s'est produite dans l'écorégion des Appalaches, où la proportion des terres dans la classe de risque moyen a chuté de 5,3 % qu'elle était en 1981 à 0,8 % en 1991. Le pourcentage de la superficie dans la classe de risque d'érosion tolérable s'est accru dans les écorégions des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, des Appalaches, du Sud des Laurentides, des Plaines de l'Abitibi et des Hautes terres du nord du Nouveau-Brunswick. La proportion de 100 % de la superficie cultivée dans la classe de risque tolérable est demeurée inchangée dans l'écorégion du Plateau de la rivière Rupert.

Malgré le risque d'érosion relativement faible dans la plupart des régions du Québec, surtout par rapport à d'autres parties du pays, certaines régions agricoles sont soumises à une pression croissante et affichent une tendance de plus en plus grande à la dégradation des terres. Dans

l'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, la superficie cultivée qui se trouve dans la classe de risque moyen avait augmenté de 0,6 % en 1991. Même si le relief de la région est relativement plat et moins vulnérable à l'érosion, c'est également la région où a quadruplé la superficie consacrée à la culture du maïs-grain et du soya. Ces cultures n'offrent qu'une faible protection contre l'érosion. Les écorégions du Centre des Laurentides (région du Saguenay-Lac Saint-Jean) et des Basses terres du lac Témiscamingue suivent dans une moindre mesure la même tendance (2 % ou plus d'augmentation dans la classe de risque faible).

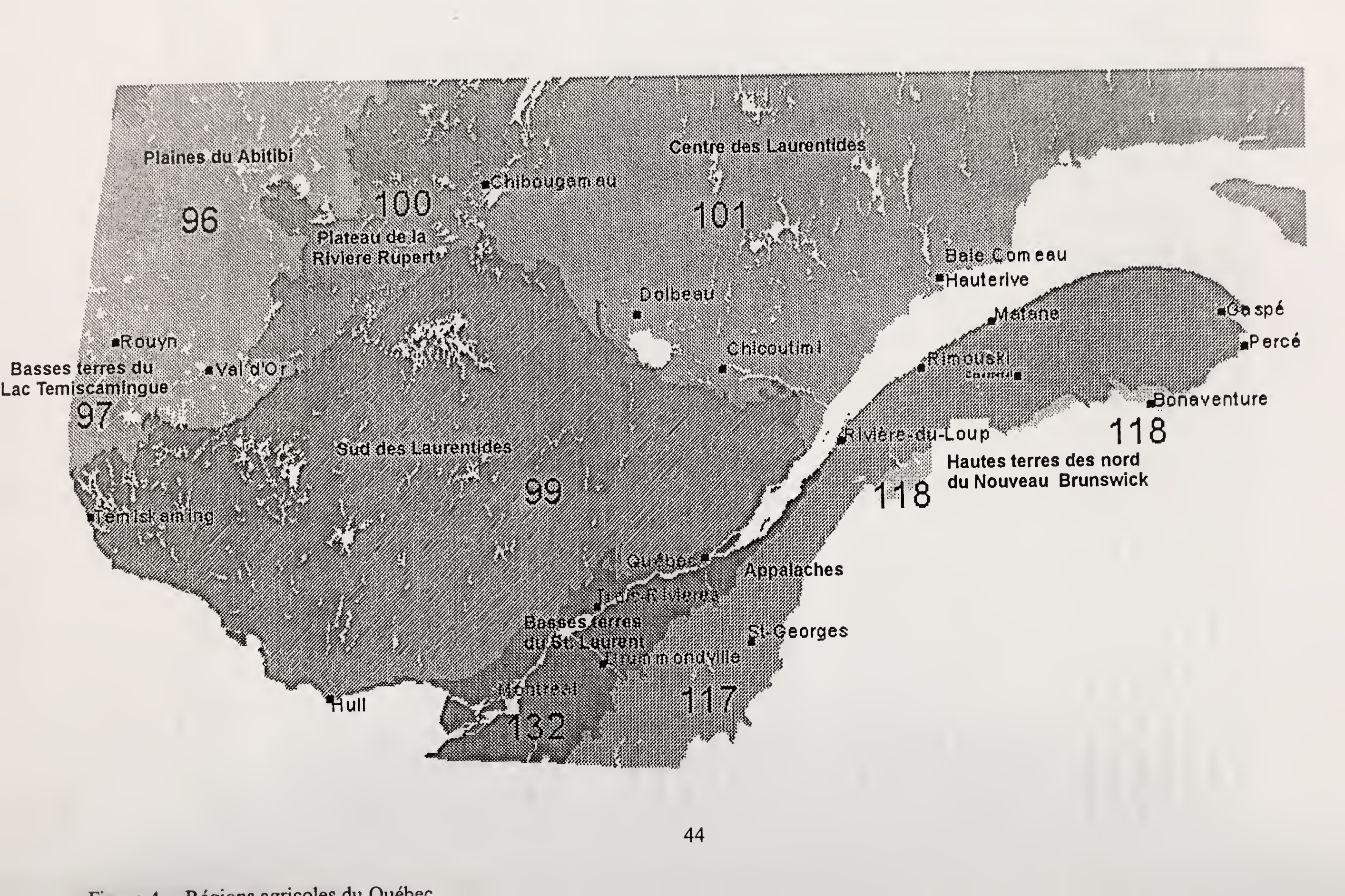


Figure 4 – Régions agricoles du Québec

Tableau 17. Tendances du risque réel d'érosion prévu à partir de l'analyse du facteur C pour le Québec

Écorégion	Valeur du facteur C (Superficie cultivée pondérée par écorégion)		
	>81	>91	Variation (%)
Basses terres du fleuve Saint-Laurent (132)	0,109	0,112	+2,8
Appalaches (117)	0,040	0,030	-25,0
Centre des Laurentides (101)	0,100	0,109	+9,0
Sud des Laurentides (99)	0,350	0,238	-32,0
Basses terres du lac Témiscamingue (97)	0,109	0,094	-13,8
Plaines de l'Abitibi (96)	0,167	0,110	-34,1
Hautes terres du nord du Nouveau-Brunswick (118)	0,353	0,275	-22,1
Plateau de la rivière Rupert (100)	0,021	0,139	+561,9
Province	0,101	0,089	-10,9

Tableau 18. Érosion réelle du sol prévue pour le Québec, 1981 et 1991

Écorégion	Perte de sol (t)			Variation %
	1981	1991	1991-1981	
Basses terres du fleuve Saint-Laurent	2 272 809	2 328 301	55 492	-2,4
Appalaches	1 608 459	1 116 204	-492 255	30,6
Centre des Laurentides	182 843	201 696	18 853	-10,3
Sud des Laurentides	289 310	196 479	-92 831	32,1
Basses terres du lac Témiscamingue	124 599	107 829	-16 770	13,5
Plaines de l'Abitibi	89 642	59 067	-30 575	34,1
Hautes terres du nord du Nouveau-Brunswick	70 299	54 741	-15 558	22,1
Plateau de la rivière Rupert	955	6 329	5 375	-563,1
Province	4 638 915	4 070 646	568 269	12,5

Tableau 19. Risque réel d'érosion hydrique prévu* au Québec, 1981 et 1991

Écorégion (N° de l'écorégion)	Superficie cultivée en 1991 (ha)	% de la province	**Tolérable**		**Faible**		**Moyen**	
			1981	1991	1981	1991	1981	1991
Basses terres du fleuve Saint-Laurent (132)	964 910	62,2	96,4	96,2	2,5	2,2	1,1	1,7
Appalaches (117)	323 059	20,8	79,1	80,8	15,6	18,4	5,3	0,8
Centre des Laurentides (101)	82 731	5,3	99,3	96,5	0,7	3,5	0	0
Sud des Laurentides (99)	104 555	6,7	95,3	95,6	4,7	4,4	0	0
Basses terres du lac Témiscamingue (97)	25 558	1,6	92,8	90,8	7,2	9,2	0	0
Plaines de l'Abitibi (96)	36 151	2,3	83,5	99,7	16,5	0,2	0	0,1
Hautes terres du nord du Nouveau-Brunswick (118)	11 859	0,8	51,5	54,2	48.	45	0	0
Plateau de la rivière Rupert (100)	1 734	0,1	100	100	0	0	0	0
Îles-de-la-Madeleine	102	0						
Province	1 743 557	100	91,6	92,6	6,5	6,2	1,9	1,2

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Provinces Maritimes

Aux fins de l'analyse, les provinces Maritimes ont été subdivisées le long des frontières des provinces — **Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard** et **Nouvelle-Écosse**. Ces régions représentent des superficies de 7,3 millions, 0,6 million et 5,9 millions d'hectares respectivement (figure 5). Même s'il s'agit de subdivisions politiques à l'origine, il reste que chacune se caractérise par un système climatique, des conditions de sol, une topographie et des pratiques agricoles uniques.

Les conditions intrinsèques de sol et de climat (R, K, LS) influent sur la répartition du risque réel d'érosion hydrique dans la région (tableau 5). Dans les Maritimes, la saison de croissance se caractérise par un printemps frais et pluvieux, un été doux marqué par des pluies abondantes et un automne frais et pluvieux (Dzikowski et coll., 1984). Malgré sa situation maritime, le **Nouveau-Brunswick** possède plutôt un climat de type continental modifié qui se caractérise par une fourchette étendue de températures, tandis que les régions côtières de l'**Île-du-Prince-Édouard** et de la **Nouvelle-Écosse** sont davantage soumises à l'influence maritime de l'Atlantique, avec un climat plus modéré, des hivers plus doux et des étés plus frais. Des précipitations plus abondantes conjuguées à des conditions thermiques maritimes font en sorte que les terres cultivées de la **Nouvelle-Écosse** sont davantage soumises aux forces érosives de l'eau avec des moyennes d'érosivité attribuable à la pluie et au ruissellement dû à la fonte des neiges et au gel (R=1950) sensiblement plus élevées (33 %) qu'au **Nouveau-Brunswick** (R=1450) et qu'à l'**Île-du-Prince-Édouard** (R=1500). Le relief vallonné caractérisé par des pentes modérément longues au **Nouveau-Brunswick** se traduit par un facteur LS moyen pour la superficie cultivée de la province (longueur et raideur des pentes) deux fois et demie plus grand que pour les plaines onduleuses caractéristiques de l'**Île-du-Prince-Édouard**. Même si l'ensemble des Maritimes a été soumis à la glaciation et à l'accumulation subséquente de tills et de matériaux morainiques d'épaisseur variable, on remarque des variations importantes dans la vulnérabilité des sols à l'érosion (valeur K) entre les trois provinces. Les valeurs K plus élevées à l'**Île-du-Prince-Édouard** sont le reflet de la prédominance, comme matériaux de surface, de loams sableux fins qui s'érodent plus facilement. Les loams sableux à texture plus grossière qu'on trouve à la surface des sols en **Nouvelle-Écosse** procurent à la province le facteur K moyen le plus faible des trois provinces.

Utilisation des terres (agricoles et autres)

C'est à l'**Île-du-Prince-Édouard** que se trouve la plus forte concentration de terres agricoles des Maritimes. Vingt-sept pour cent de la superficie de la province est cultivée. Par contraste, seulement 1,7 et 1,9 % des superficies du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse sont respectivement cultivées. Toutefois, dans ces deux dernières provinces, l'utilisation agricole des terres a tendance à être concentrée, ce qui donne des zones localisées de production très intensive, comme la ceinture de la pomme de terre dans le nord-ouest du Nouveau-Brunswick et la vallée de l'Annapolis en Nouvelle-Écosse. La

superficie consacrée à la production agricole dans les Maritimes est dominée par un mélange de foin cultivé, de luzerne et de céréales de printemps. Ces cultures exposent moins les sols à l'érosion du fait qu'elles procurent aux sols des niveaux de protection satisfaisants. La production de cultures sarclées, comme celle des pommes de terre, des légumes et dans une certaine mesure des petits fruits, engendre un potentiel plus élevé d'érosion des sols. À la fois le Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard consacrent une part importante de leur superficie cultivée — 17 et 21 % respectivement, en 1991 — à la culture intensive des pommes de terre. L'érodibilité des sols associée à la culture de céréales de printemps à la suite de pommes de terres au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard est par ailleurs plus grande que celle qui est associée à la culture de céréales de printemps à la suite d'une culture fourragère. En Nouvelle-Écosse, une plus faible superficie est consacrée à la production de pommes de terre, mais des superficies plus importantes le sont à des cultures de légumes et de petits fruits.

Entre 1981 et 1991, les données de recensement révèlent une diminution de la superficie des terres cultivées dans les Maritimes de 6,2, 2,6 et 5,8 % respectivement pour le Nouveau-Brunswick, l'Île-du-Prince-Édouard et la Nouvelle-Écosse. Le profil de production du Nouveau-Brunswick est demeuré relativement constant au cours de cette période, la diminution des superficies consacrées au foin cultivé (terres abandonnées) et les légers déficits au chapitre des superficies consacrées aux pommes de terre, au maïs d'ensilage, aux haricots, au sarrasin et aux céréales de printemps ayant plus que compensé l'augmentation des superficies consacrées aux productions de petits fruits et de luzerne. La superficie cultivée de l'Île du Pince-Édouard s'est caractérisée par une baisse importante de la superficie consacrée aux céréales de printemps mais par une augmentation de plus de 20 % de la superficie consacrée aux pommes de terre, qui est passée d'un peu moins de 26 000 ha à un peu plus de 31 000 ha. La catégorie haricots-pois-lentilles-sarrasin a aussi connu une augmentation de superficie considérable. En Nouvelle-Écosse, l'augmentation de la production de petits fruits et de luzerne a été compensée par la réduction des superficies consacrées au foin cultivé, aux céréales de printemps, au blé d'automne et au maïs d'ensilage.

Érosion et pratiques de conservation des sols dans le Canada atlantique

L'érosion des sols par l'eau est depuis longtemps reconnue comme une menace sérieuse à la viabilité de l'agriculture dans les Maritimes, surtout quand il s'agit de production de pommes de terre dans la ceinture de la pomme de terre dans le nord-ouest du Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard. Au Nouveau-Brunswick, la rareté des terres agricoles disponibles, l'absence de bétail pour consommer les fourrages et la faible valeur des petites céréales produites comme culture commerciale font obstacle à la production d'autres cultures qui pourraient s'inscrire dans une rotation convenable avec celle des pommes de terre. Les rotations pommes de terre-céréales sont fréquentes. Depuis les années 1960, les services de vulgarisation provinciaux appuient l'aménagement d'ouvrages, de terrasses de déviation à pentes variables et de voies d'eau gazonnées. On

encourage fortement le recours à certaines pratiques agronomiques, notamment à la culture en bande alternante, au contre-ensemencement des céréales, à l'utilisation de cultures-abris offrant une protection hivernale et aux méthodes aratoires de conservation des sols (utilisation du chisel). Les problèmes d'érosion des sols à l'Île-du-Prince-Édouard sont concentrés dans les régions productrices de pommes de terre et les zones à relief accidenté de la province. On a adopté des moyens techniques et agronomiques comme la rotation des cultures (passage d'une monoculture de pommes de terres à la culture de céréales et de pommes de terre, ou passage d'une rotation céréales-pommes de terre à une rotation céréales-fourrages-pommes de terre), le recours aux cultures-abris, l'aménagement de terrasses et la culture en bande alternante. On a beaucoup fait la promotion ces dernières années de la gestion des résidus de culture ou des méthodes aratoires de conservation des sols. En outre, le paillage des champs après la récolte des pommes de terre est fortement recommandé dans les zones présentant un risque d'érosion élevé. En Nouvelle-Écosse, les cultures qui soulèvent des problèmes d'érosion comprennent les pommes de terre, les légumes, le maïs (à la fois maïs d'ensilage et maïs-grain) et les petits fruits. À l'heure actuelle en Nouvelle-Écosse, moins de 50 ha sont protégés annuellement par des pratiques de conservation des sols comme la culture en bande, l'épandage d'un paillis de foin ou l'aménagement de terrasses. L'ensemencement de cultures-abris, les méthodes aratoires de conservation des sols et la rotation des cultures se pratiquent à la grandeur de la province, mais pas de façon aussi généralisée que dans les grandes régions productrices de cultures sarclées de l'Île-du-Prince-Édouard et du Nouveau-Brunswick.

Tendances

Les résultats d'analyse de la valeur C pondérée (tableau 20) démontrent des degrés variables de succès en termes de réduction des risques d'érosion associés aux cultures ou aux pratiques de gestion entre 1981 et 1991 dans les Maritimes. On a jugé que les valeurs attribuées aux jachères d'été dans les données de recensement n'étaient pas fiables et on ne les a pas utilisées. En effet, des terres en friche ont pu à tort être incluses dans la catégorie des jachères d'été. À la suite de problèmes survenus au chapitre de l'évaluation de la pratique du semis direct dans les Maritimes, ces données n'ont pas non plus été utilisées dans l'analyse. Les données de recensement relatives aux superficies soumises à des méthodes aratoires de conservation des sols (6872, 7999 et 1884 ha respectivement pour le **Nouveau-Brunswick**, l'**Île-du-Prince-Édouard** et la **Nouvelle-Écosse**) ont été appliquées à la production de pommes de terre au **Nouveau-Brunswick** et à **l'Île-du-Prince-Édouard** et proportionnellement aux petits fruits, aux légumes, aux pommes de terre, au maïs-grain et au maïs d'ensilage en Nouvelle-Écosse. Le **Nouveau-Brunswick** a été la seule province qui a enregistré une baisse dans la valeur du facteur C entre 1981 et 1991 (-8,7 %). Cette amélioration est due en grande partie à la mise en oeuvre de pratiques aratoires de conservation des sols et dans une moindre mesure à la réduction de la superficie consacrée à des cultures propices à l'érosion (pommes de terre, maïs d'ensilage, etc.). Trente-quatre pour cent de la superficie consacrée à la culture des pommes de terre a été soumise à des pratiques de conservation des sols. À l'**Île-du-Prince-Édouard**, on estime que 26 % de la

superficie consacrée à la production de pommes de terre a été soumise à des pratiques de conservation des sols. Il reste que cette amélioration des méthodes de travail du sol n'a pas suffi à compenser les augmentations du facteur C attribuables à une expansion de la superficie consacrée à la production de pommes de terre. En conséquence, la situation dans son ensemble s'est légèrement aggravée (+1,5 %). L'intensification des cultures a entraîné en **Nouvelle-Écosse** une augmentation de 8,6 % du facteur C pondéré. Si l'on tient compte de l'amélioration attribuable à l'adoption de méthodes de conservation des sols, le facteur C pondéré a subi une augmentation nette de 6,7 %.

Une fois les valeurs du facteur C des provinces pondérées pour tenir compte de l'importance relative des superficies cultivées dans l'ensemble des Maritimes, on note une variation minimale quant aux incidences moyennes de la couverture et des pratiques de gestion sur le potentiel d'érosion (diminution de 0,9 %). Cette diminution est le résultat des effets combinés d'une réduction dans la superficie cultivée totale, d'une augmentation du pourcentage de la superficie consacrée aux cultures propices à l'érosion et de la mise en oeuvre des pratiques de conservation des sols. Essentiellement, les avantages des méthodes de conservation des sols (7,3, 3,4 et 1,9 % respectivement pour le **Nouveau-Brunswick**, l'**Île-du-Prince-Édouard** et la **Nouvelle-Écosse**) ont été annulés par l'intensification de l'utilisation des terres. Ces valeurs ne tiennent pas compte des améliorations découlant des mesures de lutte contre l'érosion, comme de meilleures rotations des cultures, l'utilisation de cultures-abris, l'aménagement d'ouvrages de déviation et de voies d'eau gazonnées, la culture en bande, la culture suivant les courbes de niveau et d'autres initiatives propices à la conservation des sols. Entre 1981 et 1991, environ 1500 ha consacrés à la production de pommes de terre à l'**Île-du-Prince-Édouard** et environ 3000 ha au **Nouveau-Brunswick** ont été protégés par des terrasses de déviation à pentes variables, des voies d'eau gazonnées ou la méthode de culture en bande alternante. Comparativement à la culture classique dans le sens de la pente, ces mesures réduisent jusqu'à 90 % les pertes de sol dans les champs de pommes de terre.

Les taux estimatifs d'érosion des sols déterminés à l'aide des facteurs R, K, LS et C de l'équation universelle des pertes de sol ont été calculés et regroupés en cinq classes de risque d'érosion. Le tableau 21 illustre la répartition de ces classes pour 1981 et 1991 en termes de pourcentage de la superficie cultivée.

Au **Nouveau-Brunswick**, les changements prévus au chapitre des pertes de sol indiquent une amélioration générale, comme en témoigne la réduction du pourcentage dans la classe de risque grave et l'augmentation du pourcentage dans la classe de risque faible. Il semble y avoir eu un effet en cascade qui s'est traduit par une amélioration dans certaines régions comprises dans les classes de risque moyen, de risque élevé et de risque grave. Même si cette réduction dans les pertes de sol prévues est positive, il est important de noter qu'une très faible partie de la superficie s'est améliorée au point de pouvoir entrer dans la classe de risque tolérable. En 1991, 9 % de la superficie cultivée du **Nouveau-Brunswick**

faisait partie de la classe de risque élevé ou grave. Il s'agit de terres du nord-ouest du Nouveau-Brunswick où la production de pommes de terre domine.

L'**Île-du-Prince-Édouard** compte une très faible superficie de terres présentant un risque d'érosion grave (0,1 %) et seulement 3,8 % de terres présentant un risque d'érosion élevé. Plus de 80 % de la superficie cultivée se retrouve dans les classes de risque tolérable et de risque faible. L'augmentation de la superficie consacrée à la production de pommes de terres en 1991 semble s'être traduite par une légère augmentation seulement de la superficie soumise à un risque d'érosion moyen, tandis que les méthodes de conservation des sols ont réduit le pourcentage des terres dans la classe de risque élevé et ont même augmenté légèrement la superficie qui fait partie de la classe de risque tolérable.

Malgré sa taille relativement petite, la **Nouvelle-Écosse** affiche l'augmentation la plus importante du risque prévu d'érosion hydrique. Même si, en 1991, 74 % de la superficie faisait encore partie de la classe de risque tolérable, la superficie faisant partie de cette classe de risque a connu une baisse significative (3,6 %). À cette réduction, s'ajoutent des augmentations de superficie dans les classes de risque élevé et de risque grave.

Changements au chapitre des pertes de sol

Le tableau 22 résume les pertes de sol moyennes et totales prévues pour le **Nouveau-Brunswick**, l'**Île-du-Prince-Édouard** et la **Nouvelle-Écosse**. Les estimations à la fois de la moyenne et du total des pertes de sol prévues pour le **Nouveau-Brunswick** marquent une diminution sur la période 1981-1991. Il s'agit toutefois des deux valeurs les plus élevées qui soient enregistrées dans les Maritimes. L'**Île-du-Prince-Édouard** affiche une augmentation négligeable des pertes de sol moyennes à l'hectare , mais une réduction nette des pertes de sol totales pour la province. La **Nouvelle-Écosse** affiche une augmentation à la fois de la moyenne et du total des pertes de sol prévues. Les pertes de sol moyennes par hectare ont augmenté de plus de 10 % tandis que les pertes de sol totales pour la province ont augmenté de près de 5 %.

Dans les Maritimes, c'est le **Nouveau-Brunswick** qui connaît les problèmes d'érosion par hectare de loin les plus graves, mais la réduction de la superficie cultivée et l'adoption de pratiques aratoires de conservation des sols contribuent à atténuer le problème. À l'**Île-du-Prince-Édouard**, on a compensé l'augmentation de la superficie consacrée à la production de cultures sarclées par l'adoption de mesures de conservation des sols, ce qui a abaissé les pertes de sol nettes de la province. Même si la **Nouvelle-Écosse** a les niveaux les plus faibles de pertes de sol à la fois totales et moyennes, ces deux facteurs se sont accrus au cours de la période allant de 1981 à 1991.

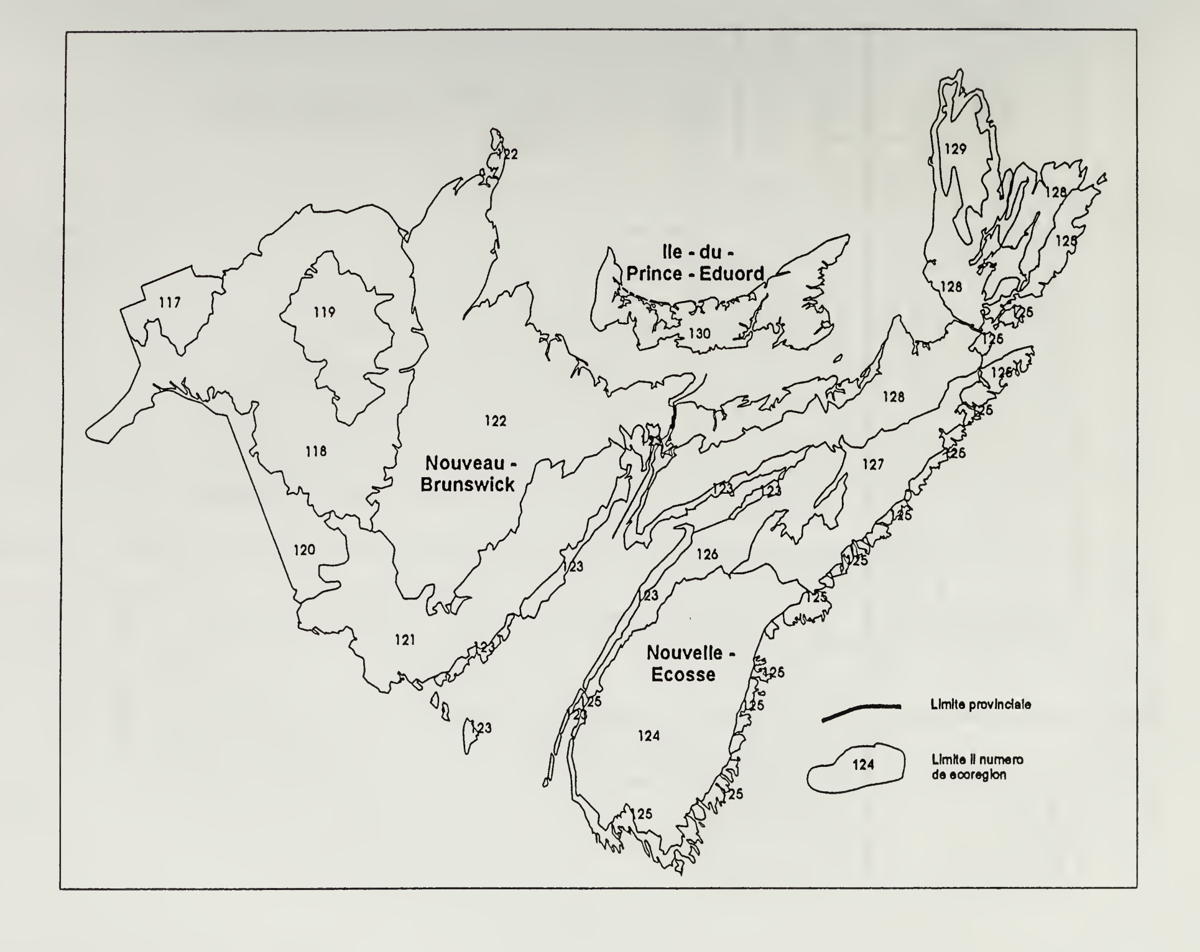


Figure 5. Les provinces Maritimes

Tableau 20. Tendances du risque d'érosion prévu à partir de l'analyse du facteur C pour les provinces Maritimes

Province	Valeur du facteur C				
	1981		1991		Variation %
	sans méth. de conserv.	avec méth. de conserv.	sans méth. de conserv.	avec méth. de conserv.	
Nouveau-Brunswick	0,1209	0,1192	0,1104	-1,4	-8,7
Île-du-Prince-Édouard	0,1341	0,1407	0,1361	+ 4,9	+ 1,5
Nouvelle-Écosse	0,0673	0,0731	0,0718	+ 8,6	+ 6,7
Maritimes	0,1108	0,1148	0,1098	+ 3,6	-0,9

Tableau 21. Risque réel d'érosion hydrique prévu* dans les provinces Maritimes en 1981 et 1991

Province	Superficie cultivée (ha)		Tolérable (<6T/ha)		Faible (>=6, 11T/ha)		Moyen (>=11, <22T/ha)		Élevé		Grave	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
Nouveau-Brunswick	130 178	122 094	42,9	44,4	23,0	33,2	22,1	13,5	6,1	6,3	5,9	2,7
Nouvelle-Écosse	112 662	106 134	74,0	70,4	14,2	14,6	9,8	12,0	0,1	0,6	1,9	2,5
Île-du-Prince-Édouard	158 277	154 106	58,8	59,7	23,4	21,8	13,6	14,6	4,2	3,8	0,1	0,1
Maritimes	401 117	382 334	58,0	57,9	20,7	23,4	15,2	13,2	3,7	4,0.	2,4	1,6

* Remarque : Les nombres représentent le pourcentage de superficie cultivée dans chaque classe de risque d'érosion.

Tableau 22. Variations dans les pertes de sol moyennes et totales prévues dans les provinces Maritimes entre 1981 et 1991

Variations dans les pertes de sol	Nouveau-Brunswick			Île-du-Prince-Édouard			Nouvelle-Écosse		
	1981	1991	Variation %	1981	1991	Variation %	1981	1991	Variation %
Tonnes/ha	9,95	9,14	-8,1	6,36	6,4	+0,6	5,37	5,97	+ 11,2
Tonnes totales	1 289 363	1 109 833	-13,9	1 006 213	986 136	-2,0	602 639	631 693	11,2

4.2 Érosion éolienne

Le tableau 4 donne la proportion des terres cultivées des Prairies qui se trouve dans chaque classe de risque d'érosion. La plupart des régions qui se trouvent dans les classes de risques les plus importants ont des sols présentant un risque inhérent d'érosion élevé. Il s'agit habituellement de sols sableux ou, dans une moindre mesure, de sols argileux des régions du sud. Autrement, le risque diminue généralement du sud au nord, à cause des vitesses de vent moindres, des températures plus fraîches et des précipitations plus abondantes. Moins de jachères estivales, des rendements plus élevés et plus de résidus contribuent à abaisser le risque d'érosion dans les régions plus au nord.

La tendance observée au chapitre du risque d'érosion éolienne entre 1981 et 1991 illustre essentiellement la mesure dans laquelle les changements dans les systèmes de culture et les méthodes de travail du sol (tableau 23) ont influer sur le risque d'érosion éolienne. Dans l'ensemble, la tendance correspond à une baisse d'environ 7 % dans les Prairies. Environ le tiers de la diminution est attribuable à un changement dans les systèmes de culture et en particulier à une réduction des jachères. Le reste de la diminution est due à l'utilisation accrue des méthodes de conservation des sols ou de travail réduit du sol. Le tableau 24 indique le risque réel d'érosion éolienne.

Dans les régions plus arides de la Saskatchewan et de l'Alberta, le risque d'érosion éolienne a diminué considérablement grâce surtout à l'adoption de systèmes d'exploitation reposant sur le travail réduit du sol. Le changement aux systèmes de culture, par contre, n'a eu qu'un effet minimal sur le risque d'érosion éolienne. En fait, l'augmentation des cultures d'oléagineux et des cultures de spécialité au détriment des céréales s'est traduite par une faible augmentation du risque dans certaines régions. Les zones extrêmement sableuses où le passage de cultures annuelles à des cultures fourragères vivaces font exception à cette règle, puisqu'à ces endroits le risque d'érosion éolienne a nettement chuté. Dans l'ensemble, toutefois, la tendance correspond à une baisse d'environ 5 à 7 %.

Dans les zones de sols noirs, gris foncé et gris, la réduction du risque d'érosion éolienne a été légèrement plus grande dans les régions plus au sud. Cette situation est surtout attribuable à une diminution marquée des superficies en jachère ainsi qu'à une légère augmentation des fourrages au détriment des cultures annuelles. Et même si beaucoup de producteurs ont adopté des pratiques de conservation des sols, l'efficacité de ces mesures à réduire les risques d'érosion éolienne a été légèrement moins grande que dans les régions plus arides.

Soulignons que, aux yeux de la plupart des observateurs, la tendance à réduire la superficie laissée en jachère et à recourir davantage aux systèmes de travail réduit du sol non seulement s'est maintenue, mais s'est accélérée depuis 1991. En fait, selon la plupart des évaluations, l'utilisation des méthodes de travail réduit du sol aurait connu une augmentation

aussi forte depuis 1991 qu'entre 1981 et 1991. Si tel est le cas, le risque d'érosion éolienne a peut-être connu une autre baisse de 4 à 5 % depuis 1991.

Tableau 23. Réduction du risque d'érosion éolienne dans les provinces des Prairies de 1981 à 1991

Écorégion (zone de sols)	Texture du sol	Réduction due : aux systèmes de culture (%)	Réduction due : au travail du sol (%)	Réduction totale (%)
Prairie mixte (brun)	sableux	5,9	1,4	7,4
	loam sableux	5,4	2,6	8,0
	loam	0,6	4,6	5,1
	loam argileux	-1,6	5,4	3,9
	argileux	1,3	5,6	6,9
	moyenne	**0,5**	**4,8**	**5,3**
Prairie mixte humide (brun foncé)	sableux	21,3	2,0	23,3
	loam sableux	5,9	3,5	9,4
	loam	-1,3	5,9	4,6
	loam argileux	-2,6	6,6	4,0
	argileux	2,4	7,1	9,6
	moyenne	**1,2**	**5,8**	**7,0**
Tremblaie-parc (noir)	sableux	10,4	2,0	12,4
	loam sableux	4,1	3,3	7,4
	loam	1,2	4,6	5,8
	loam argileux	2,1	4,8	6,9
	argileux	1,1	5,0	6,1
	moyenne	**2,6**	**4,3**	**6,8**
Transition boréale (gris)	sableux	6,8	1,4	8,2
	loam sableux	9,1	2,0	11,1
	loam	8,8	2,4	11,2
	loam argileux	9,8	2,5	12,3
	argileux	9,0	3,1	12,1
	moyenne	**8,9**	**2,4**	**11,3**

1. La réduction du risque d'érosion éolienne due aux systèmes de culture comprend les variations au chapitre des types de culture et de l'importance des jachères.

2. La variation du risque d'érosion éolienne due aux méthodes de travail du sol a trait à l'adoption de méthodes de conservation des sols et du semis direct.

5.0 BIBLIOGRAPHIE

CHEPIL, W.S. *Dynamics of wind erosion: II Initiation of soil movement.* Soil Sci 60:397-411, 1945.

CHEPIL, W.S. *Influence of moisture on erodibility of soil by wind.* Soil Sci. Am Proc.20:288-292, 1956.

CHEPIL, W.S. et N.P. WOODRUFF. *The physics of wind erosion and its control.* Adv. Agron. 15: 210-302, 1963.

COOTE D.R., R. EILERS et M. LANGMAN. *Wind erosion risk - Manitoba.* Inventaire des sols Canada-Manitoba, Centre de recherches sur les terres, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 1989.

COOTE, D.R., R. GORDON, D.R. LANGILLE, H.W. REES et C. VEER. *Water erosion risk - Maritime Provinces.* Contr. No. 91-10, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario, 1992, 9 pages + carte.

COOTE, D.R. et W. PETTAPIECE. Wind erosion risk - Alberta. Inventaire des sols Canada-Alberta. Centre de recherches sur les terres, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 1987.

DZIKOWSKI, P.A., G. KIRBY, G. READ et W.G. RICHARDS. *The climate for agriculture in Atlantic Canada.* Pub. n° ACA 84-2-500, Agdex n° 070, Comité consultatif de l'Atlantique sur l'agrométéorologie, 1984, 19 pages + cartes.

GROUPE DE TRAVAIL SUR LA STRATIFICATION ÉCOLOGIQUE. *Cadre écologique national pour le Canada,* Agriculture et Agroalimentaire Canada, Direction générale de la recherche, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques et Environnement Canada, Direction générale de l'état de l'environnement, Direction de l'analyse des écozones, Ottawa/Hull, Rapport et carte nationale à l'échelle 1/7 500 000, 1995.

McCOOL, D.K., W.H. WISCHMEIER et L.C. JOHNSON. *Adopting the Universal Soil Loss Equation to the Pacific Northwest.* Trans. ASAE 25: 928-934, 1982.

NOVAK, M.D. et L.J.P. VAN VLIET. « Degradation effects of soil erosion by water and wind », dans *Proceedings 8th B.C. Soil Science Workshop: Soil Degradation in British Columbia.* Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B., Victoria, C.-B., 1983, p. 46-70.

SHELTON, I.J., G.J. WALL et D.R. COOTE. *Water erosion risk - Ontario (south).* Contr. n° 90-71, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario. 1991, 9 pages + carte.

WALL, G.J., E.A. PRINGLE, G.A. PADBURY, H.W. REES, J. TAJEK, L.J.P. VAN VLIET, C.T. STUSHNOFF, R.G. EILERS et J.M. COSSETTE. « *Érosion* », dans D.F. Acton et L.J. Gregorich, éditeurs, *La santé de nos sols - vers une agriculture durable au Canada.* Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa, Ontario, 1995, pp 61-76.

Annexe 1. Modèle de calcul du facteur C d'un polygone relativement au risque réel d'érosion hydrique

ÉTAPE 1. Établissement d'un facteur C pour chaque culture, chaque région et chaque méthode de travail du sol (classique, conservation et semis direct), le cas échéant, à partir de toutes les sources disponibles (RUSLEFAC, expertise locale, p. ex.)

Dans le cas de la luzerne, de la pelouse, du foin cultivé et des terres laissées en jachère durant l'été, on a supposé que les superficies correspondantes étaient soumises à des méthodes classiques de travail du sol et qu'aucune méthode de conservation ou de semis direct n'y était employée.

ÉTAPE 2. Élaboration d'un tableau des facteurs C

On a créé des tableaux résumant les données utilisées dans le calcul des facteurs C. Le tableau 1a en est un exemple. On s'est ensuite assuré que les valeurs indiquées paraissaient raisonnables en consultant des agronomes locaux et en faisant des comparaisons avec les tendances observées relativement à des cultures semblables dans d'autres régions du pays.

Tableau 1a. Exemple résumant les données servant au calcul du facteur C pour les régions *n*

Culture	Facteurs C pour la région 1			Facteurs C pour la région 2			Facteurs C pour la région *n*		
	Class.	Conserv.	Semis direct	Class.	Conserv.	Semis direct	Class.	Conserv.	Semis direct
Soya	0,56	0,32	0,31	0,47	0,33	0,32	0,49	0,33	0,32
Maïs d'ensilage	0,55	0,32	0,25	0,53	0,32	0,24	0,47	0,32	0,24
Luzerne	0,02	-	-	0,02	-	-	0,02	-	-
etc.									

Class. = classique; Conserv. = conservation

ÉTAPE 3. Données des recensements de l'agriculture

Pour utiliser les données des recensements de l'agriculture, il fallait connaître le numéro des polygones de pédopaysages (colonne 1, tableau 2a) et la superficie consacrée à chaque culture (identifiée à l'étape 1) au sein de chaque polygone, de même que la superficie correspondant aux différentes méthodes de travail du sol (classiques, conservation et semis direct). Seules

les données relatives aux terres cultivées (à l'exclusion des pâturages non bonifiés) ont été utilisées. Afin de simplifier la feuille de calcul, on a supprimé les colonnes de données des recensements de l'agriculture (ou champs) qui n'étaient pas nécessaires au calcul du facteur C, notamment l'information relative au nombre d'agriculteurs soumettant des rapports, aux superficies exploitées par leur propriétaire ou mises en location, aux ventes et au nombre de brise-vent.

ÉTAPE 4. Calcul d'une superficie cultivée rajustée

On a établi une superficie cultivée rajustée (colonne 2) en faisant la somme de la superficie totale consacrée à toutes les cultures. C'est cette dernière superficie qui a servi aux calculs pour tous les polygones.

ÉTAPE 5. Calcul du pourcentage des superficies, dans chaque polygone de pédopaysages, soumises aux différentes méthodes de travail du sol (classiques, conservation et semis direct)

Les superficies soumises à chaque méthode de gestion étaient indiquées pour chaque polygone, mais dans bien des cas elles ne correspondaient pas, une fois additionnées, à la superficie cultivée rajustée établie plus haut. Pour déterminer cette répartition, on a exprimé en pourcentage la somme des superficies soumises à chacune des méthodes (colonnes 3, 4 et 5). On a ensuite appliqué ces pourcentages à la superficie cultivée rajustée.

ÉTAPE 6. Calcul de la proportion du facteur C du polygone relative à chaque culture

On a calculé un facteur C pondéré pour chaque culture en tenant compte de la répartition de la superficie entre les différentes méthodes de gestion. (Remarque : pour la période antérieure à 1991, les données sur les systèmes de gestion n'étaient pas déclarées). On a supposé que la répartition des systèmes de gestion pour le polygone s'appliquait de façon égale à toutes les cultures à l'exception de la luzerne, de la pelouse, du foin cultivé et des jachères estivales pour lesquelles on a supposé que 100 % de la superficie était soumise à des méthodes classiques de travail du sol.

Pour les calculs, on a ajouté quatre colonnes (colonnes 7, 8, 9 et 10) après celle qui portait sur la superficie consacrée à chaque culture (colonne 6).

La colonne 7 indique le facteur C pondéré pour la culture soumise à une méthode classique de travail du sol. Voici comment cette information a été obtenue :

i) On a divisé la superficie consacrée à la culture au sein du polygone par la superficie cultivée rajustée du polygone;

ii) On a multiplié le quotient par le pourcentage représentant la superficie du polygone soumise à des méthodes classiques;
iii) On a multiplié le résultat par le facteur C choisi pour cette culture (voir étape 1);
iv) On a fait ces mêmes calculs pour les méthodes de conservation des sols et le semis direct (colonnes 8 et 9);
v) On a fait la somme des colonnes 7, 8 et 9 pour obtenir un facteur C pondéré applicable à la culture au sein du polygone (colonne 10).

On a repris les étapes i) à v) pour toutes les cultures. Dans le cas des cultures qui n'étaient soumises qu'à des méthodes classiques de travail du sol, des données ne figurent que dans une seule colonne à la suite de la colonne de la superficie consacrée à la culture, puisqu'une seule multiplication par le facteur C a été faite.

ÉTAPE 7. Calcul d'un facteur C pondéré pour l'ensemble du polygone

On a déterminé un facteur C pondéré pour l'ensemble du polygone en additionnant les colonnes 10, 15, etc. (les colonnes qui correspondent au total relatif à chaque culture) (colonne *n*). Ce nombre doit se situer entre environ 0,02 et 1,0. Ce nombre ne saurait en aucun cas dépasser 1.


CAL/BCA OTTAWA K1A 0C5
3 9073 00234283 2